受信のための知識と問題解決のための解説書

ボクにもわかる

衛星デジタル放送の受信方法

国野 亘［著］

ボクにもわかる
衛星デジタル放送の受信方法

国野　亘

はじめに

本書をダウンロードしていただき、どうもありがとうございました。

本書は衛星デジタル放送を受信するための知識と、受信に関する問題を解決する方法を学ぶことを目標としています。
ぜひ、ご活用いただき衛星デジタル放送や CS デジタルによる 4K 放送、海外の衛星放送の国内受信などに役立てていただければ幸いです。

似たような役割をもつウェブサイト「ボクにもわかる地上デジタル」では地上デジタル放送の受信方法・受信できない場合の問題解決方法について、放送の仕組みから受信ノウハウまで豊富な情報を掲載しています。(http://www.geocities.jp/bokunimowakaru/)
本書はその衛星デジタル放送版の位置づけです。また、ウェブサイトは検索が可能であるため情報が散乱しており、受信に関する知識の一通りを理解しようとしても、どこからどう読み進めればよいのかが分かりにくいと思います。
そこで本書では第 1 章で衛星放送の概要を学び、第 2 章で基礎知識を習得しながら基本的な受信方法を知り、そして第 3 章で様々なアンテナ部品の役割や使用方法を理解し、第 4 章で問題対策方法が得られるようにしました。また、読み終えた後に活用する際、書籍では検索が行いにくいことを考慮し、アンテナ部品名を目次に含めることで、ハンドブック的な使い方が出来るようにしました。
なお、本書に含まれる情報の中には、一部、時代とともに古くなってしまった情報も混在しています。受信のための知識や問題解決方法にさほど影響のないものは執筆時期を明記したうえで残しています。

2014 年 11 月　国野　亘

目次

1　衛星放送を知ろう

1.1　衛星放送の概要と特徴

　1～3 章では受信例を基に、衛星放送の概要や原理、受信方法、アンテナ部品（アンテナ周辺機器）をつかった問題対策方法といった衛星放送を受信するために必要な基礎知識を学びます。まず始めに、衛星放送の概要について説明します。
　衛星放送は人工衛星から地上に向かって電波を送信して各戸に放送する方式です。放送局で制作された番組は、人工衛星に送られ、人工衛星から地上に放送されます。つまり、人工衛星は放送の中継を行っていることになります。

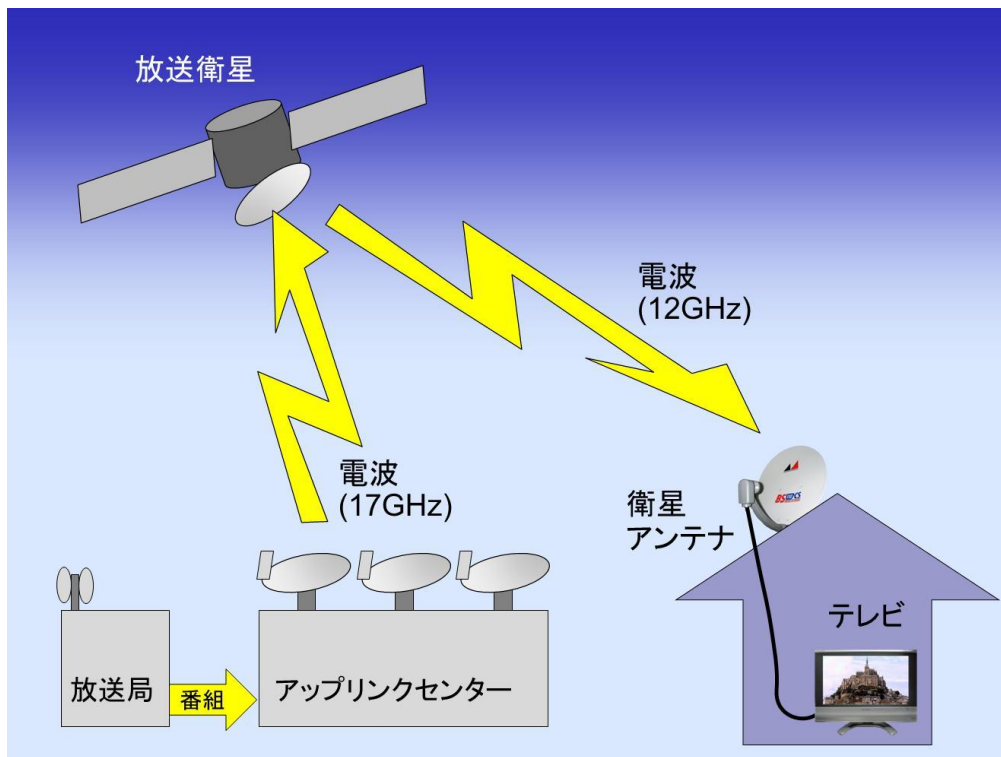



図　1-1　衛星放送の電波が届けられる様子

　放送用の人工衛星には主に静止衛星が用いられています。静止衛星とは赤道上の地上から約 35,786km の上空で地球の回転と同じ約 24 時間の周期で回り続けている人工衛星です。地上から見たときに静止して見えるので、固定のパラボラアンテナで受信することが出来ます。また、静止軌道は地球の半径に対して 6.6 倍も離れているので、国を超えて広範囲に放送することも技術的には可能ですが、実際には指向性アンテナを用いて日本の本土にビームを絞って放送しています。このため、本土から離れるにつれて受信できなくなります。
　BSデジタル放送や東経 110°CS デジタル放送(広帯域 CS)は赤道上空の東経 110°の人工衛星から放送しています。これらは異なる人工衛星ですが、どちらも地球から見れば近接しているので、同じアンテナで受信することが出来ます。
　現在、BSデジタル放送は放送衛星 BSAT-3b 等から 11.7GHz～12.2GHz の右旋偏波で放送しており、東経 110°CS デジタル放送は通信衛星 N-SAT-110 から 12.2GHz～12.8GHz の右旋偏波で放送しています（2011 年 10 月）。他にも、東経 128°と 124°を使用したスカパー！HD(狭帯域 CS デジタル放送)などが放送されています。

　一方、地上デジタル放送は東京タワーやスカイツリー、生駒山といった送信所から地上に近い領域を伝搬し、関東圏、関西圏などの地域ごとに異なる放送を行っています。衛星放

送は人工衛星から全国に同じ番組を放送している点に違いがあります。

表 1-1 各種放送の送信所

放送	放送種別	送信所、衛星の位置	放送エリア
地上デジタル放送	地上波	タワー、山など	地域ごと
BS デジタル放送	放送衛星	東経 110° 放送衛星	全国
東経 110° CS デジタル放送	通信衛星	東経 110° 通信衛星	全国
スカパー！HD 等※	通信衛星	東経 128° 124° など	全国

※スカパー!e2 は東経 110° CS デジタル放送に含まれます。

1.2 衛星放送対応テレビでの視聴方法

多くの地上デジタル放送対応テレビや BD レコーダは BS デジタル放送と東経 110°CS デジタル放送の両方の受信に対応しています。したがって、大皿のような形状の衛星放送用アンテナ（パラボラアンテナ）が屋根などに設置されていれば、宅内の機器配線を行うことで国内の衛星放送を受信できます。しかし、古い BS アナログ用のアンテナの場合は、アンテナの性能やケーブルの性能の違いで受信が不安定になる場合や視聴できない場合があります。アンテナ設置や機器配線については後の章で詳しく説明します。なお、NHK の衛星放送を受信することが可能な機器を設置した場合は、NHK との放送受信契約を衛星契約に変更する必要があります。

お手持ちのテレビが衛星放送に対応している場合は、テレビのリモコンに「BS」と「CS」もしくは「110°CS」といったボタンがあります。リモコンにこれらのボタンが無い場合は残念ながら衛星放送に対応していませんので、別途、単体の衛星チューナが必要です。

これらのボタンがある場合は、いずれかを押下してから「番組表」ボタンを押してみてください。BS デジタル放送では NHK BS1、NHK BS プレミアムをはじめ、無料の民放 7 局(BS 日テレ、BS 朝日、BS-TBS、BS ジャパン、BS フジ、BS イレブン、TwellV)、有料放送 2 局(WOWOW、スターチャンネル)、データ放送(ウェザーニュース)などが視聴できます。また、東経 110°CS デジタル放送では、スカパー!e2 による様々な専門チャンネルを有料（一部は無料）で視聴することができます。ただし、衛星を使ったスカパー!放送には、スカパー! e2 とスカパー! HD があり、スカパー! HD は東経 128°124°の異なる通信衛星から放送されているので、一般のテレビに内蔵されている BS・CS チューナでは受信できません。

購入したばかりのテレビやチューナに付属する新品の B-CAS カードを使用すれば、BS デジタル放送や東経 110°CS デジタル放送の有料放送の一部を 7 日間などの有効期限つきで無料視聴することが出来ます。無料期間の開始は有料放送の放送局のチャンネルを合わせた時点からです。「○○日間のお試し期間中」といったメッセージが表示されるので、無料視聴が始まったことが分かります。ただし、新品の B-CAS カードであっても 2005 年以前の古い B-CAS カードでは対応していません。

衛星放送が視聴できない場合は、テレビに写真 1-2 のような B-CAS カード（赤色）が正しく挿入されているかどうかを確認します。カード挿入部にカードロック用のスイッチが付いている場合は、装着後にスイッチを切り替える必要があります。また、契約しないと視聴できない番組もありますので、視聴可能なチャンネルに変えてみてください。それでも視聴できない場合は、テレビの設定メニューから BS・CS アンテナ電源を「入」に設定します。BS・CS アンテナ電源は衛星放送用アンテナに内蔵されている LNB を動作させるための電源です。詳しくは 2.1.1 章(p.13)で説明します。

以上を確認しても視聴できない場合は、テレビの配線が正しくない可能性がありますので、

すぐに BS・CS アンテナ電源を「切」に設定してから 1.4 章テレビコンセントとアンテナ端子の接続方法(p.9)に進んでください。

写真 1-1 衛星デジタル放送・地上デジタル放送に対応したテレビの例

写真 1-2 BS デジタル放送用の B-CAS カードの例-表面

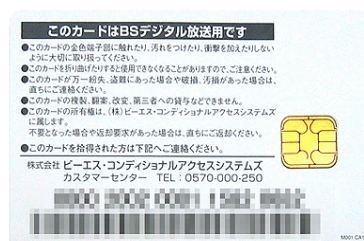



写真 1-3 BS デジタル放送用の B-CAS カードの例-裏面
(カード番号が 3201 番以降であれば無料お試し特典に対応している)

1.3 単体チューナとテレビの接続方法

衛星放送に対応していないテレビや海外の衛星放送を受信する場合はテレビ以外に単体の衛星チューナが必要です。ここでは、テレビと単体チューナとの映像や音声信号のケーブルの接続方法について説明します。

テレビと単体チューナの両方に HDMI 端子がついている場合は HDMI ケーブルで接続します。HDMI は映像と音声の両方の信号をデジタルで伝送できるので便利です。

もし、どちらかに HDMI 端子が無い場合は D 端子や S 端子、ビデオ端子を使用します。テレビと単体チューナの両方にある同じ種類の端子に、D 端子ケーブル、S 端子ケーブル、ビデオケーブルの中から適切なケーブル使用して接続します。

海外のチューナではコンポーネント端子やパソコン用の RGB 出力となっている場合があります。コンポーネント端子の場合は、コンポーネント端子を D 端子に変換するケーブルを

使用してテレビの D 端子入力に接続します。RGB 出力については、テレビの RGB 入力や DVI-I 入力、パソコン用モニターなどに入力することができます。

なお、HDMI 以外のケーブルは映像信号しか伝送できないので、別途、音声ケーブルの接続が必要です。

表 1-2 映像端子名と端子形状、画質

映像端子名	端子形状	画質
HDMI 端子		ハイビジョン
D端子		ハイビジョン D3～D4 標準画質 D1～D2
コンポーネント端子	緑色 青色 赤色	ハイビジョン Y･Pb･Pr 標準画質 Y･Cb･Cr
S 端子		標準画質
ビデオ端子 (コンポジット)	黄色	標準画質

写真 1-4 映像ケーブルと音声ケーブル

図 1-2 単体チューナとテレビの接続例

1.4　テレビコンセントとアンテナ端子の接続方法

　一般的な家庭では、室内の壁に取り付けられているテレビコンセント（壁面テレビ端子）からテレビ等にアンテナケーブルを接続して受信します。写真 1-5 は、左側に１００Ｖの電源コンセントを、右側にテレビコンセントを持った複合型のコンセントの一例です。

写真 1-5 テレビコンセントの例

　衛星放送用アンテナが設置されている家庭では、多くの場合、地上波と衛星放送の放送波の混ぜられた一つのテレビ端子になっています。
　一方、テレビやチューナのアンテナ入力端子は写真 1-6 テレビやチューナのアンテナ入力端子の例のように、地上デジタル放送を受信するための「地上デジタル入力」と、ＢＳや 110°ＣＳデジタル放送を受信するための「ＢＳ・110°ＣＳ－ＩＦ入力」との２つのアンテナ入力端子に分かれているのが一般的です。ＢＳ・110°ＣＳ－ＩＦ入力にケーブルが接続されていない場合はアンテナケーブルの配線が必要です。

写真 1-6 テレビやチューナのアンテナ入力端子の例

　テレビコンセントからのアンテナケーブルの接続例を図 1-3 分波器を使った接続例に示します。この例では、テレビコンセントの出力を衛星デジタル用と地上デジタル用に分波して、それぞれをテレビに接続しています。分波には、ＢＳ・ＣＳ／ＵＨＦの分波器を使用しています。より詳しい配線方法は 2.2 章(p.22)を参照してください。
　なお、地上デジタル放送が視聴できるのに BS デジタル放送が受信できない場合は、一度、分波器を使わずにテレビコンセントから BS・CS アンテナ入力に、直接、アンテナケーブルを接続してみます。それでも視聴できない場合は、テレビの設定メニューの BS･CS コンバータの電源を「入」にしてみます。

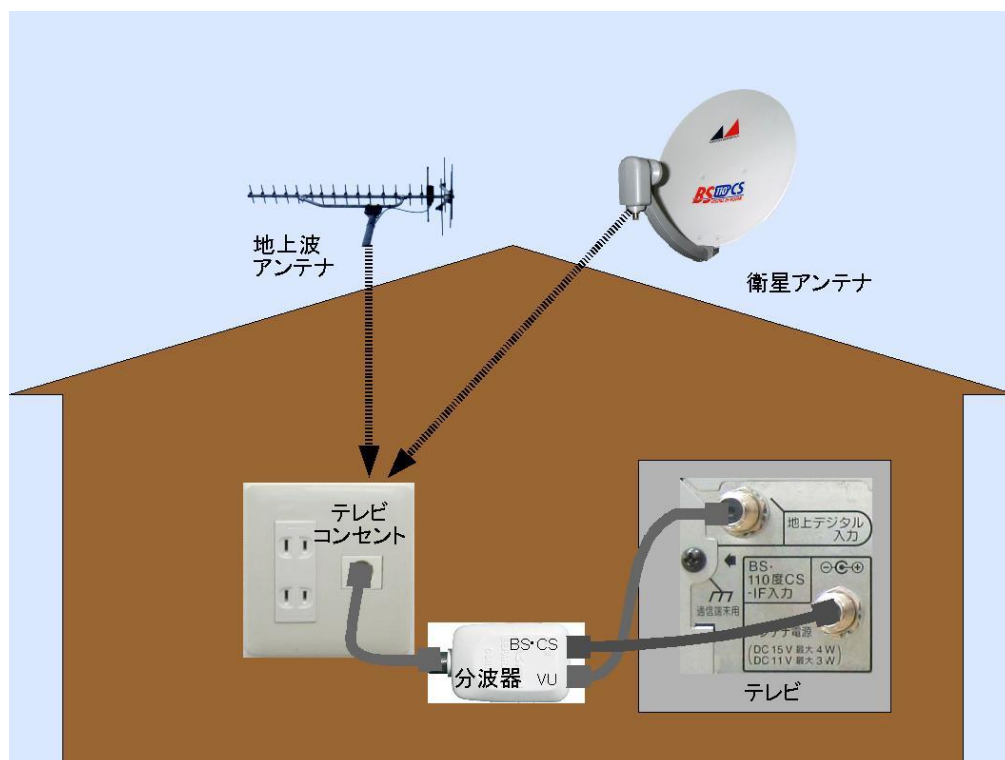



図 1-3 分波器を使った接続例

写真 1-7 分波器の一例

コラム：3D 映像の放送

※2011 年 10 月の執筆時の情報です。2014 年 11 月現在、レギュラー番組は終了しているようです。

衛星放送では一部の番組で 3D 映像の放送が行われています()。まだまだ番組の数は少ないものの、一部の放送局では毎週のレギュラー番組や、3D 映画の有料放送も行われています。

3D 映像を視聴するには、少なくとも 3D 対応テレビと専用の 3D めがね、そして 3D の番組やコンテンツが必要です。今のところ地上デジタル放送では 3D 映像の放送が行われていないので、3D の番組を衛星デジタル放送受信の目的にしても良いでしょう。以下に、衛星デジタル放送の 3D 番組の視聴に必要な機器を示します。

- 3D 対応テレビ
- 専用の 3D めがね
- 衛星アンテナを含む衛星デジタル放送の受信設備

3D 放送の録画は 3D に対応していない BD レコーダでも行えます。3D 番組の再生時はテレビのリモコンの 3D ボタンを押して 3D モードに切り替えて視聴します。しかし、3D 対応の Blu-ray ソフト(Blu-ray 3D ディスク)を視聴するには、3D 対応の BD レコーダまたは 3D 対応プレーヤをバージョン 1.4 以上の HDMI ケーブルを使って 3D 対応テレビに接続する必要があります。

図 1-4 3D 視聴に必要な 3D めがね

現在の 3D 対応テレビの多くはフレームシーケンシャル方式で 3D 表示を行っています。フレームシーケンシャル方式とは左右のフレームを交互に切り替え表示して専用メガネで視聴する方式です。専用メガネのレンズ部には液晶シャッターが搭載されていて、テレビが左目用のフレームを表示中は右目を液晶シャッターで伏せ、右目用フレーム表示中は左目を伏せることで、左右の目で異なる映像を見ることが出来ます。

このフレームシーケンシャル方式は 1986 年に VHD 方式プレーヤで搭載されました。VHD は国内の多くの企業が賛同していたカートリッジ入りの磁気ディスク方式でしたが普及しませんでした。以降も携帯電話やパソコンで裸眼の 3D 液晶が登場しましたが、後に続きしませんでした。

近年の 3D の再浮上はテレビのハイビジョン化によって映画館の高付加価値化が必要になり、3D 映画の上映が増加してきたこと、また、Blu-ray と HDMI による高度な著作権保護によって映画コンテンツを安全に販売できる仕組みが整ってきたことが要因であると思います。

さらに、ビデオカメラやデジタルカメラ、ゲーム機など様々な機器で 3D 対応が進んでおり、携帯電話やパソコンでも再び 3D 対応機が登場してきています。多くのコンテンツと 3D 機器の増加によって、これから徐々に 3D 化が進む可能性があるでしょう。

コラム：日本のデジタル放送

日本のデジタル放送には地上デジタル放送、衛星デジタル放送、地上デジタルラジオ放送などがあります。また、衛星デジタル放送には BS デジタル放送と東経 110°CS デジタル放送(広帯域 CS デジタル放送)、スカパー!HD で用いられる狭帯域 CS デジタル放送があります。さらに、現在の 2 倍のチャンネルを伝送することが可能な高度広帯域 BS・CS デジタル放送の開発も進められています。

それぞれの伝送方式毎に規格が定められていますが、映像・音声といった情報符号化(デジタル化)方式は全て ARIB STD-B32 の共通の規格で定められているほか、データ放送についても ARIB STD-B24 で共通化されています(表 1-3)。

表 **1-3** **日本のデジタル放送の標準規格一覧**

方式名	BSデジタル	東経110° CSデジタル (34.5MHz広帯域CS)	スカパー!HD (24MHz狭帯域CS)	地上デジタル	地上デジタルラジオ	地上マルチメディア (ISDB-Tmm)
映像・音声符号化	ARIB STD-B32	ARIB STD-B32	ARIB STD-B32	ARIB STD-B32	ARIB STD-B32	ARIB STD-B32
データ放送	ARIB STD-B24	ARIB STD-B24	ARIB STD-B24	ARIB STD-B24	ARIB STD-B24	ARIB STD-B24
伝送方式	ARIB STD-B20	ARIB STD-B20	DVB-S2	ARIB STD-B31	ARIB STD-B29	ARIB STD-B46
受信装置	ARIB STD-B21	ARIB STD-B21	ARIB STD-B01	ARIB STD-B21	ARIB STD-B30	ARIB STD-B53
運用規定	ARIB TR-B15	ARIB TR-B15	-	ARIB TR-B14	ARIB TR-B13	ARIB TR-B33

参考文献：きれいに地デジを映す本(CQ 出版社)、ARIB 標準規格書(電波産業会)

これらの規格の多くは電波産業会が中心となり主に国内の関係各社が集まって標準化したものです。規格書は 2008 年 4 月よりインターネットにて一般公開されていますので「ARIB 標準規格」などのキーワードで検索すれば誰でも無料で閲覧することができます。地上デジタル放送の伝送方式については下記サイトで紹介しています。

http://www.geocities.jp/bokunimowakaru/std-abs.html (著者運営サイト)

2　衛星放送を受信してみよう

2.1　衛星放送の受信のための基礎知識

ここでは身近な国内の衛星放送の受信方法を例にあげて、衛星放送の受信において重要となるLNBによる周波数変換や変換後の中間周波数(IF:Intermediate Frequency)について学びます。

2.1.1 LNB(BS・CSコンバータ)の役割、原理

衛星放送は約12GHzという高い周波数で放送されています。この周波数を同軸ケーブルに流すと非常に減衰が大きいので、受信アンテナ部で約1～2GHzの周波数に変換してから屋内にアンテナケーブルで引き込みます(図 2-1 LNBの役割)。変換後の周波数をBS・CS-IF周波数と呼び、また、この周波数変換部をLNB(Low Noise Block)もしくはBS・CSコンバータと呼んでいます。LNBは衛星放送用のパラボラアンテナの尖端に取り付けられている受電部(LNBF)に含まれています。

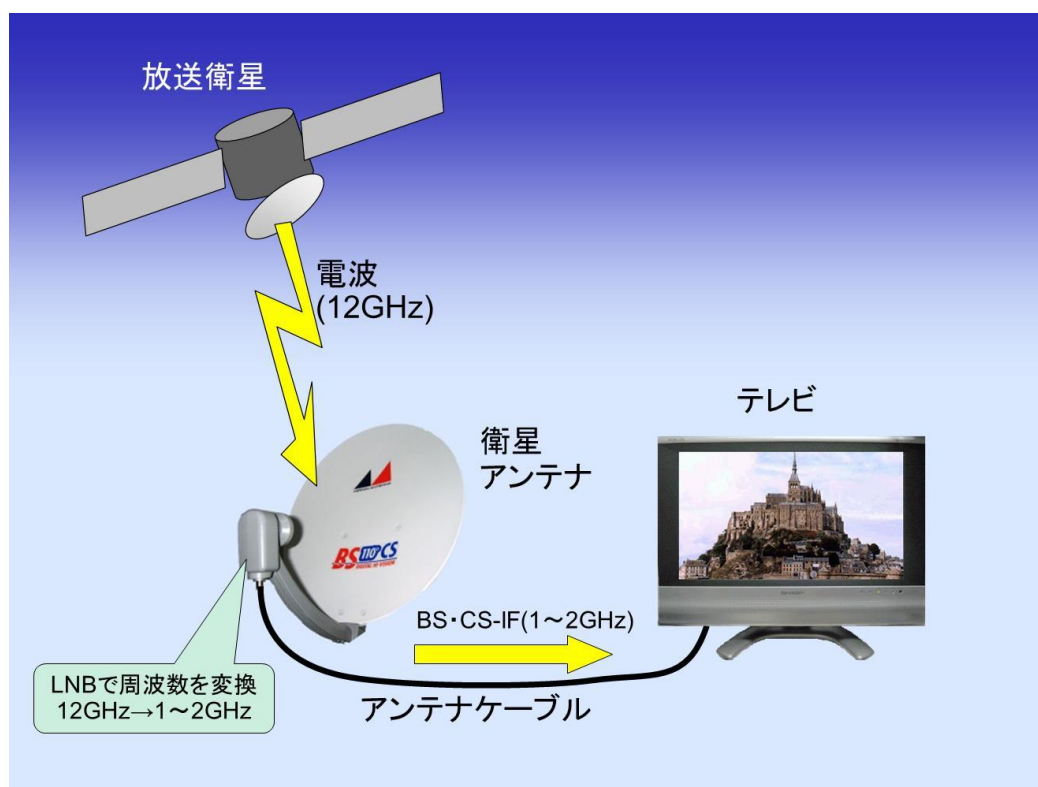



図 2-1 LNBの役割

周波数変換を行うためには局部発振器が必要です。局部発振器はLNB内に内蔵されており、国内のBSデジタル放送や東経110°CSデジタル放送の局部発振器の周波数は10.678 GHzに固定されています。この局部発振器の周波数のことを局発周波数(もしくはローカル周波数)と呼んでいます(表 2-1 衛星放送の局発周波数)。通常、衛星放送用アンテナの局発周波数は変更できませんが、ごく一部でLNBを交換するなどして局発周波数の変更可能なアンテナも市販されているようです。

LNB内では局部発振器の出力と衛星放送波の12GHzとが周波数変換器に混入されています(図 2-2 LNBの構造の説明図)。そして、周波数変換器はアンテナが受信

した周波数から局発周波数を減算した周波数を出力します。この変換後の周波数を中間周波数と呼び、BS-IF や BS・CS-IF と記します。
例えばＢＳ放送の 11.996GHz を受信した場合、局発周波数 10.678GHz を減算した 1318MHz が BS-IF 周波数となります。

（式）　ＢＳ周波数　－　局発周波数　＝　ＢＳ-ＩＦ周波数
（例）　11.996 GHz　－　10.678 GHz　＝　1.318 GHz（1318 MHz）

このように LNB は衛星からの放送波を中間周波数に変換して衛星放送用アンテナの出力端子から出力します。この中間周波数の放送波をアンテナケーブルを使用してテレビやチューナに入力することで、衛星放送が視聴できるようになります。

表 2-1 衛星放送の局発周波数

放送	衛星	局発周波数
BS デジタル放送	東経 110°	10.678 GHz
東経 110° CS デジタル放送	東経 110°	10.678 GHz
スカパー！HD	東経 128° 124°	11.2 GHz

国内の衛星チューナはアンテナの局発周波数に合わせて設計されていますので、局発周波数の異なるアンテナでの受信が出来ません。たとえ周波数を合わせられたとしても、放送方式が異なると受信できません。その一方で、複数の局発周波数に対応し、複数の放送方式にも対応している衛星チューナや、複数のアンテナの切り替えやアンテナの回転を制御する機器が、海外や国内のネット通販の一部などで市販されています。

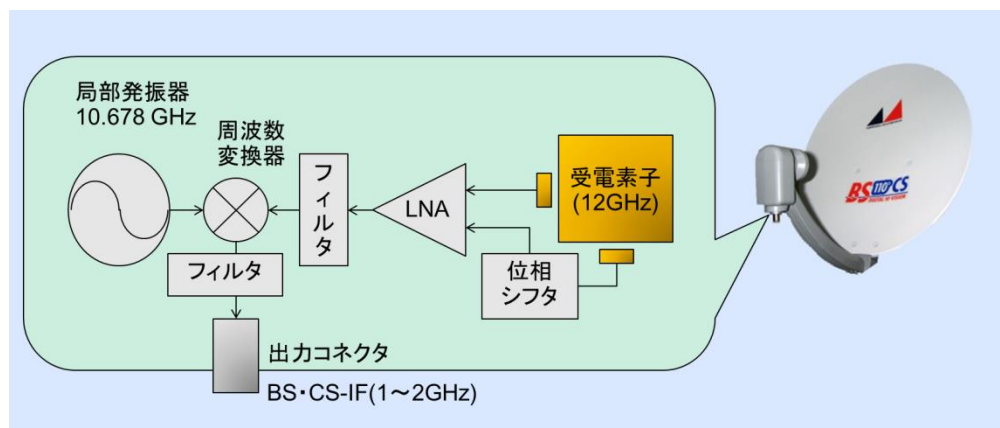



図 2-2 LNB の構造の説明図

2.1.2 アンテナケーブル・アンテナ部品の対応周波数

これまで説明したとおり衛星放送用アンテナで受信した 12GHz の電波は 1～2GHz の低い周波数に変換されます。しかし、1～2GHz は低い周波数といっても一般のアンテナケーブルやアンテナ部品（アンテナ周辺機器）にとっては高い周波数の部類です。
図 2-3 にアンテナケーブルにおける周波数を示します。地上デジタル放送に使用しているＵＨＦと比べて、ＢＳ－ＩＦやＣＳ－ＩＦはより高い周波数であることが分かります。また使用する周波数の幅も広いことが分かります。このため、これらの周

波数に対応したアンテナケーブル、アンテナ部品を使用する必要があります。

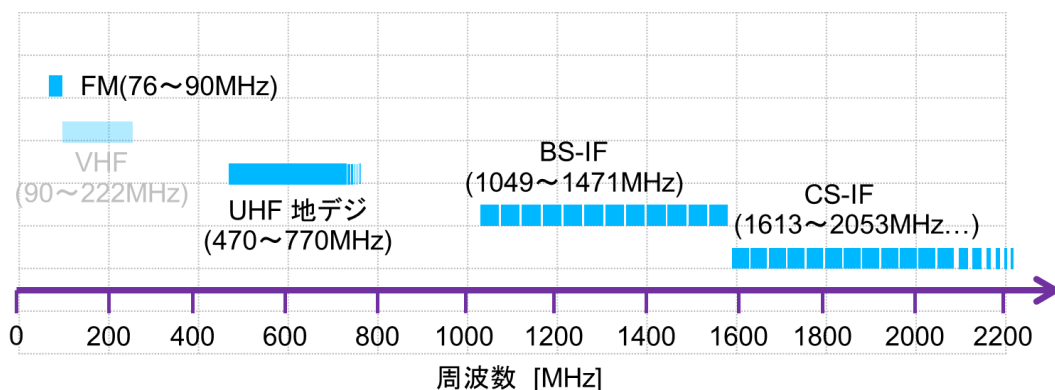



図 2-3 放送周波数

アンテナケーブルは太さと周波数などによるグレードがあります。太さについては 3C、4C、5C といった種類があり、数字の大きい方が太くなります。一般的に太い方が低損失ですが、太すぎると屈曲しにくくなったり機器を痛めてしまったりする場合があります。屋外のアンテナからテレビコンセントへの引き込み用には 5C、屋内用には 4C 程度の太さのアンテナケーブルを使用すると良いでしょう。

また、衛星放送用のアンテナケーブルとしては、S-4C-FB のように S から始まるケーブルを使用します。写真 2-1 に衛星放送に対応したアンテナケーブル S-4C-FB と、写真 2-2 に衛星放送に対応していないアンテナケーブル 3C-2V の例を示します。衛星放送に対応したものは白色のケーブルが多いですが、色だけでは判断できませんので注意が必要です。

写真 2-1 衛星放送に対応したアンテナケーブルの例

写真 2-2 衛星放送に対応していないアンテナケーブルの例

アンテナ部品についても使用する周波数に適したものを選ぶ必要があります。「BS」や「BS・CS」の表示もしくは「2150MHz」などの周波数表示を確認し、視聴する放送の周波数に対応しているものを選択します。

写真 2-3 に分配器の一例を示します。ここでは金属筐体の衛星デジタル放送対応の製品とプラスチック筐体の製品を示していますが、プラスチック筐体の衛星放送対応のものも売られています。一般的に金属筐体の分配器よりもプラスチックケースの方が安価です。

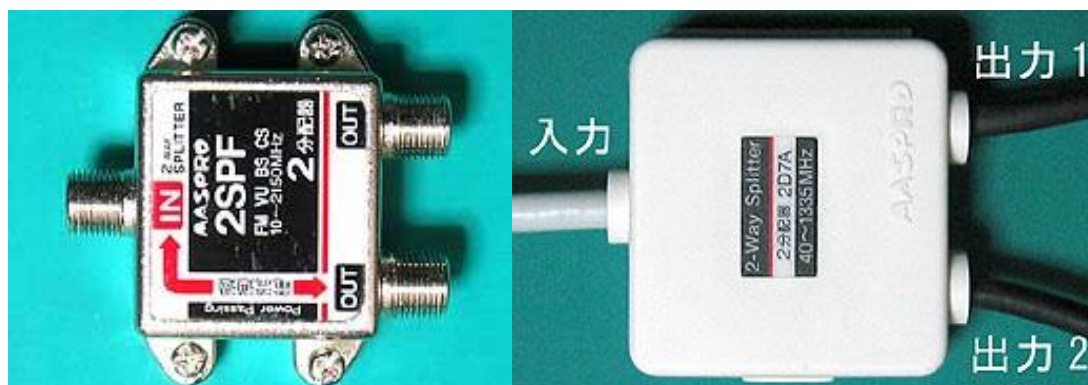



写真 2-3 分配器の一例（左＝衛星放送対応、右＝CS-IF に対応していない）

屋外にアンテナ部品を設置する場合は、屋外用の防滴仕様のアンテナ部品を使用します。また、アンテナ部品にアンテナケーブルを接続する際の防水処理も重要です。防水が不十分だとアンテナ部品やアンテナケーブルの内部に水が浸入し、回路部品や導線を腐食してしまう恐れがあるからです。

F 型接栓のついたアンテナケーブルをアンテナ部品に接続する際は、F 型接栓の加工前に、防水キャップをケーブルに通しておきます。アンテナケーブルを接続後に、本体と接栓とケーブルを自己溶着テープなどで防水処理を行ったうえで、防水キャップを取り付け、結束バンドなどで縛ります（参考文献＝CQ 出版社「きれいに地デジを映す本」P.55）。あるいは防滴タイプのアンテナ接栓を使用するなど、2 重の防水対策を行うのが良いでしょう。

写真 2-4 防水キャップの一例（端の一部を切り取ってアンテナケーブルを挿入する）

コラム：周波数が高くなるほど損失が増加する

アンテナケーブルや分配器などのアンテナ部品は、使用する周波数が高いほど損失が大きくなる傾向があります。図 2-4 に BS・CS に対応した長さ 5m の S-4C-FB ケーブルの周波数特性の例を示します。グラフの横軸は周波数で、周波数の中心は 1GHz に設定しています。グラフの縦軸は損失［ｄＢ］を表し、グラフの下にゆくほど損失が大きくなります。1GHz の時の測定結果は約 2dB ですが、2GHz では約 3.5dB 程度まで増加していることが分かります。

次に 10m のアンテナケーブルの損失について推定してみます。損失 3.5dB とは、元の信号電力が約 0.45 倍になることを意味しています。10m のケーブルは 5m の同じケーブル 2 本分なので約 0.45×0.45 倍、すなわち約 0.2 倍になります。これを dB(デシベル)で表す 7dB になります。このように、0.45×0.45 といった電力の乗算は、デシベルでは 3.5dB＋3.5dB の加算になります。

したがって、5m のアンテナケーブルの損失[dB]を 2 本分加算(2 倍)すると 10m のケーブル損失を想定(3.5dB×2＝7dB)することが出来、100m だと 70dB もの減衰が発生してしまうことがわかります。

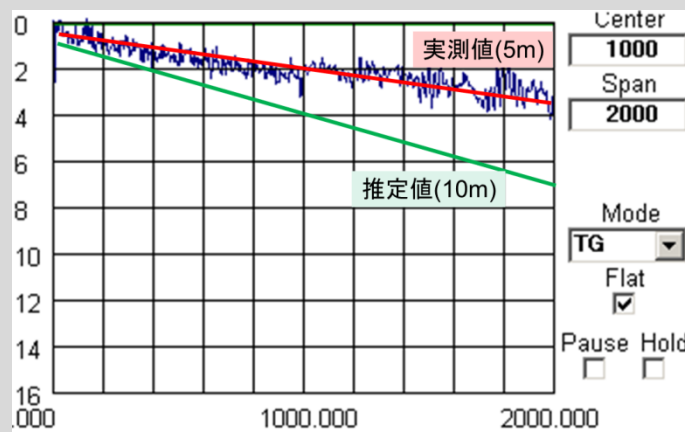



図 2-4 S-4C-FB ケーブルの周波数特性

このように、衛星放送では周波数が高いためにアンテナケーブルや分配器などのアンテナ部品による損失による影響が大きくなります。これらの損失で受信できなくなる場合は、3.4 章(p.47)で説明するラインブースタを用います。

2.1.3 F 型接栓と PAL 型コネクタ

アンテナケーブルをテレビやチューナなどの受信機やアンテナ部品（アンテナ周辺機器）に接続するためには接栓やコネクタが必要です。

国内の多くの機器は F 型接栓を取り付けたアンテナケーブル(写真 2-5 ②)が接続できます。F 型接栓(写真 2-5 ①)はアンテナケーブルに合わせて選択します。例えば、S-4C-FB のアンテナケーブルを使用する場合は、4C-FB 対応の F 型接栓を使用します。通常の 4C 用 F 型接栓(4C-FB 対応ではない)で接続することも可能な場合もありますが、ケーブルの太さの異なる 3C 用や 5C 用の F 型接栓を 4C-FB ケーブルに使用することは出来ません。

①Ｆ型接栓の例　　③PAL 型コネクタ（オス）の例

②Ｆ型接栓つきケーブルの加工例　　④ＰＡＬ型コネクタ（オス）の加工例

写真 2-5 F 型接栓と PAL 型コネクタの例

一方、海外の機器には PAL 型コネクタが用いられている場合が多く、チューナなどの機器側の入力端子が PAL 型コネクタのメス、出力端子がオスとなっています。したがって、海外のチューナにアンテナケーブルを接続する場合は、アンテナケーブル側に PAL 型のオスのコネクタが必要になります(写真 2-5 ④)。

PAL 型コネクタのついた機器を使用する場合であっても、アンテナケーブルやアンテナ部品は国内の部品を使用することになると思います。したがって、PAL 型コネクタ(オス)－F 型コネクタの変換アダプタを使用するのが良いでしょう。

なお、海外の放送用チューナの中には国内用に F 型コネクタがついているチューナも売られているようです。この場合は変換アダプタなしに国内のアンテナケーブルやアンテナ部品を接続することが出来ます。

2.1.4 アンテナへの直流電源給電方法

衛星放送用アンテナには電源の供給が必要です。電源はアンテナに搭載されているLNB(BS・CSコンバータ)を駆動するために使われます。通常、この電源はテレビや衛星チューナからアンテナケーブルを経由して供給します。テレビやチューナのチャンネル設定メニュー内に「ＢＳ・ＣＳアンテナ電源」といった項目があるので「入」か「電源連動」に設定します。テレビが１台しか無い場合は「電源連動」にすることでＢＳ放送の視聴中のみに電源が入ります。視聴していない（電源供給が不要な）場合に自動で切れるので省エネの効果があります。

ＢＳに対応したブースタが設置されている場合やマンションなどの共同受信の場合など、すでに衛星放送用アンテナへ電源が供給されている場合があります。これらの場合は、テレビ等からの電源供給が不要なので、「ＢＳ・ＣＳアンテナ電源」といった項目があるので「切」に設定します。

なお、テレビのBS・CSアンテナ電源の設定を「入」にしたままアンテナケーブルを抜き挿しするのは危険です。アンテナケーブルやアンテナ部品の接続を変更する場合は、BS・CSアンテナ電源の設定を「切」の状態にします。

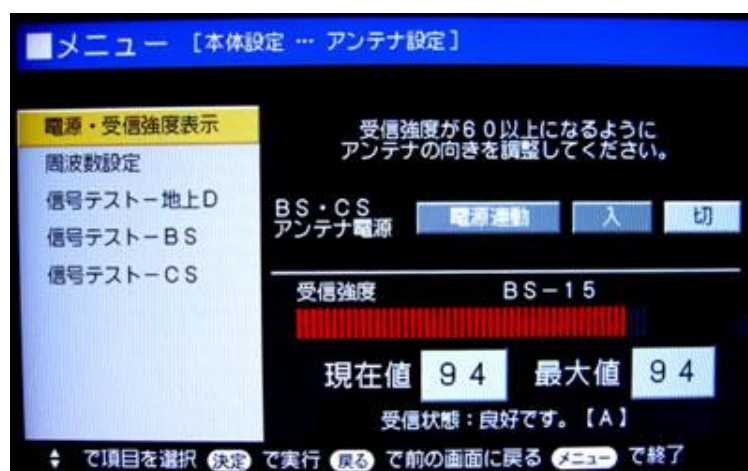



写真 2-6 BS・CS アンテナ電源の設定画面の例

アンテナ電源には、通常、DC 15V の電圧が用いられます。ただし、スカパーなどでアンテナの偏波を切り替える際に電圧を DC 11V にする場合があります。また、東経 110°放送用では円偏波の切り換えが可能となっているアンテナもありますが、左旋円偏波を使用した東経 110°CS 放送の予定はありません(2011 年 10 月現在)。

表 2-2 アンテナへ直流給電する電圧

電圧＼用途	一般的な衛星用アンテナやブースタへ電源を供給	アンテナ偏波切り替え	
		直線偏波の切り替え (ｽｶﾊﾟｰ!HD)	円偏波の切り替え (110° CS)
DC 15V	通常	水平偏波	右施円偏波
DC 11V	−	垂直偏波	左施円偏波

2.1.5 チャンネルと放送周波数

衛星デジタル放送のチャンネルには「3桁の表示用チャンネル番号」と「リモコン番号」、そして「物理チャンネル番号」の 3 種類があります。

表示用チャンネル番号は衛星放送を切り替えた時に画面に表示されるチャンネル番号です。NHK だと 101ch(BS1)と 103ch(BS プレミアム)といった番号です。

リモコン番号はチャンネルをリモコンのボタンで切り替えるための番号で、リモコンのチャンネルボタンに書かれた①～⑫の番号のことです（写真 2-7 リモコンのチャンネルボタン）。リモコンキーIDとも呼ばれています。3 桁の表示の 101ch がリモコン番号の①番に、103 が③番、141 が④番…と一部に規則性は無いものの、チャンネルの 1 桁に同じ番号が入っているので分かりにくくはありません。

写真 2-7 リモコンのチャンネルボタン

物理チャンネルは実際に送られてくる電波の周波数を示すチャンネル番号です。アナログの衛星放送では表示用のチャンネルと物理チャンネルが同じでしたが、衛星デジタル放送では番号が異なる上、一つの物理チャンネルを複数の放送局が使用しているチャンネルもあります。したがって、物理チャンネルの方が分かりにくいので、通常のテレビ視聴時に物理チャンネルを表示したり選択したりすることが出来なくなっています。もちろん実際の受信周波数を知るためには物理チャンネルを知る必要があります。

BS デジタル放送の物理チャンネル番号の表記は「BS-1ch」、「BS-3ch」、「BS-5ch」…と BS アナログ放送の時代の名残の表記を使用します。数字は 1～23 の奇数の値で、合計チャンネル数は 12 チャンネル、衛星からの周波数は 11.7～12.2GHz、BS-1ch の中心周波数は 11.72748GHz、BS-3ch との周波数間隔は 38.36MHz、周波数間隔は BS-23ch まで一定間隔です。

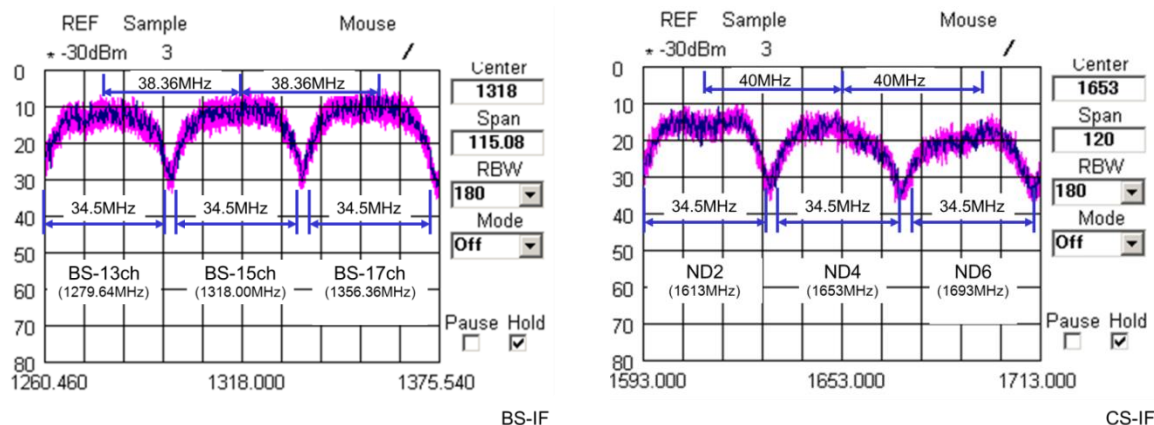



図 2-5 衛星放送の波形の例(左＝BS-IF、右＝CS-IF)

東経 110°CS デジタル放送は「ND2」や「ND4」…もしくは「CS-2ch」や「CS-4ch」…と偶数で示され、合計チャンネル数は 12 チャンネル、周波数は 12.2GHz～12.75GHz、ND2 (CS-2ch)の中心周波数は 12.291GHz、周波数間隔は 40MHz です。

BS デジタル放送と東経 110°CS デジタル放送とは同じ衛星放送用アンテナで受信し、同じ 10,678GHz の局部発振器をもつ LNB で BS-IF や CS-IF に変換します。このとき、中心周波数が 12GHz から約 1～2GHz にシフトします。これら物理チャンネルと中心周波数、中間周波数の対応を表 2-3 に示します。

表 2-3 物理チャンネルと中心周波数、中間周波数(BS-IF、CS-IF)

物理 チャンネル	BS 周波数	BS-IF Lo=10.678GHz	備考
BS-1ch	11.72748 GHz	1049.48 MHz	⑤BS 朝日(151), ⑥BS-TBS(161)
BS-3ch	11.76584 GHz	1087.84 MHz	⑨WOWOW PRIME(191)、⑦BS ジャパン(171)
BS-5ch	11.80420 GHz	1126.20 MHz	WOWOW ライブ(192)、WOWOW シネマ(193)
BS-7ch	11.84256 GHz	1164.56 MHz	スターチャンネル 2(201)・3(202), BS アニマックス(236), ディズニーチャンネル(256)
BS-9ch	11.88092 GHz	1202.92 MHz	⑩スターチャンネル 1(200)、⑪BS11(211)、⑫TwellV(222)
BS-11ch	11.91928 GHz	1241.28 MHz	FOXbs238(238), BS スカパー(241), 放送大学(231～233)
BS-13ch	11.95764 GHz	1279.64 MHz	④BS 日テレ(141), ⑧BS フジ(181)
BS-15ch	11.99600 GHz	1318.00 MHz	①NHK BS1(101), ③NHK BS プレミアム(103)、他
BS-17ch	12.03436 GHz	1356.36 MHz	地デジ難視聴地域用(291, 292, 294, 295, 296, 298)
BS-19ch	12.07272 GHz	1394.72 MHz	グリーンチャンネル(234), J SPORTS 1(242)・2(243)
BS-21ch	12.11108 GHz	1433.08 MHz	IMAGICA BS(252), J SPORTS 3(244)・4(245)
BS-23ch	12.14944 GHz	1471.44 MHz	BS 釣りビジョン(251), BS 日本映画専門 ch(255), Dlife(258)

備考欄の○番号はリモコン番号を示します。
2012 年 8 月 更新

物理 チャンネル	CS 周波数	広帯域 CS-IF (Lo=10.678GHz)
ND2	12.29100 GHz	1613.00 MHz
ND4	12.33100 GHz	1653.00 MHz
ND6	12.37100 GHz	1693.00 MHz
ND8	12.41100 GHz	1733.00 MHz
ND10	12.45100 GHz	1773.00 MHz
ND12	12.49100 GHz	1813.00 MHz
ND14	12.53100 GHz	1853.00 MHz
ND16	12.57100 GHz	1893.00 MHz
ND18	12.61100 GHz	1933.00 MHz
ND20	12.65100 GHz	1973.00 MHz
ND22	12.69100 GHz	2013.00 MHz
ND24	12.73100 GHz	2053.00 MHz

2.2　標準的な配線方法

ここでは標準的なテレビの配線方法について説明します。ただし、住宅や機器などの違いで様々な配線方法があり、必ずしもこのとおりに接続すれば良いとは限りませんので御注意ください。

1. 衛星放送のみを視聴する場合(確認用などで)
2. 一つのテレビコンセントから分波する（最も標準的)
3. 衛星アンテナ専用のテレビコンセントがある場合
4. レコーダがある場合
5. アンテナからアンテナコンセントまでの接続方法(工事例)

2.2.1 衛星放送のみを視聴する場合(確認用などで)

テレビコンセントとテレビとの間で問題が発生して衛星放送が正しく受信できない場合があります。

このような場合の確認時に、図 2-6 のように衛星アンテナもしくはテレビコンセントからテレビのBS・CS-IF入力にアンテナケーブルを直接接続して、衛星放送のみを受信します。この接続で正しく受信できれば、テレビコンセントから各機器への接続までの区間に問題があったと判断できます。例えば、テレビコンセントからテレビの間に接続した分波器や分配器、アンテナケーブルといったアンテナ部品や、レコーダなどの他の機器の影響が考えられます。

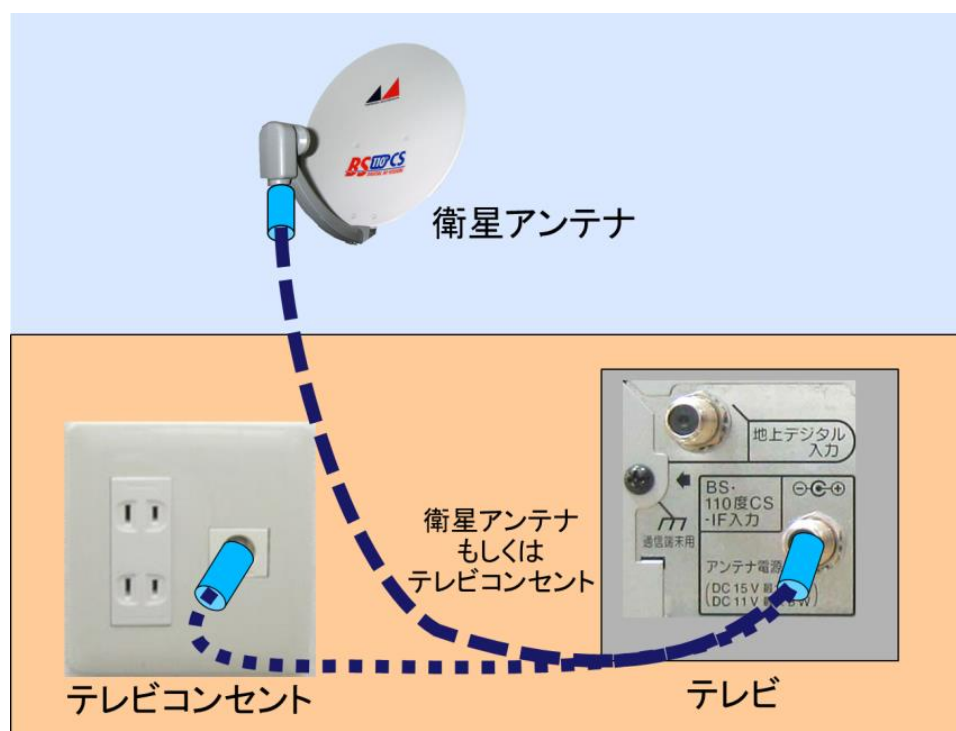



図 2-6 衛星放送のみを受信する場合の接続例

2.2.2 一つのテレビコンセントから分波する(最も標準的)

最も標準的な接続方法は、衛星アンテナと地上波アンテナが混合器やブースタなどで混

合されている場合です。図 2-7 のようにテレビコンセントから分波器を使って、地上波と衛星波を分けることで、BSデジタル放送、東経110°CSデジタル放送、地上デジタル放送を受信することが出来ます。

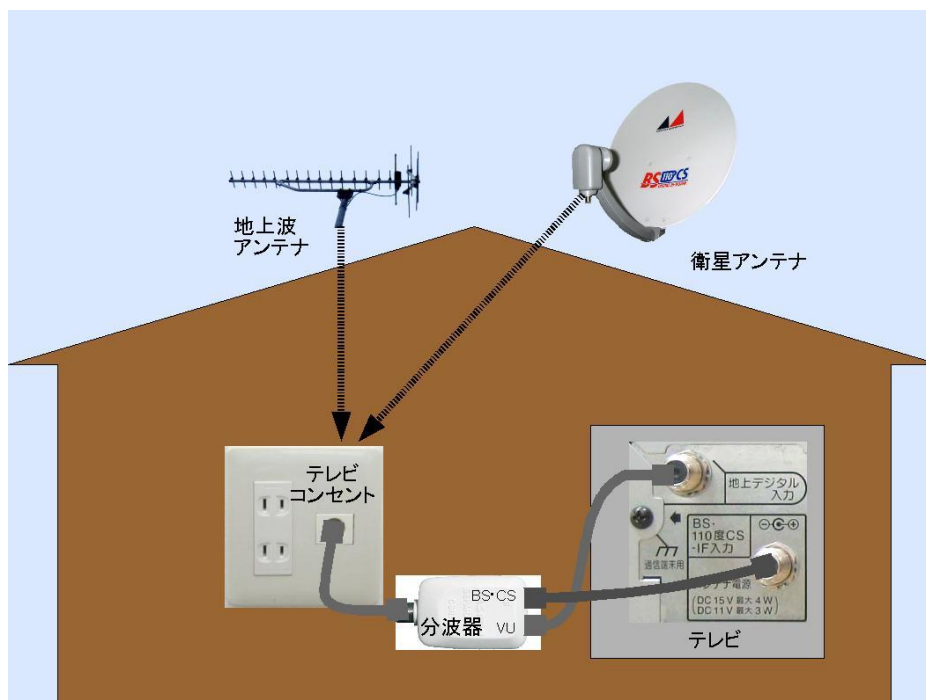



図 2-7 一つのテレビコンセントから分岐して入力する例

ここで使用する分波器（セパレーター）は、BS・CS／U・V分波器と呼ばれる「衛星放送の放送波」と、「地上波放送の放送波」を分波するものです。BS・CSは衛星放送を表していて、U・V（もしくはV・U）は、UがUHF帯、VはVHF帯の地上波放送を表していています。

「分波器」と形状も読み方も似たものに、「分配器」がありますが役割が違います。「分波器」は衛星波と地上波を分波するもので損失が少ないのに対し、「分配器」は、これらに関わらずに分配するもので、分波器よりも損失が大きいので注意が必要です。

BS・CS／U・V分波器は BS・CS 側が通電のタイプを使用します。市販のほとんどのBS・CS／U・V分波器がそのようになっていますが、もし非通電のタイプだとテレビからアンテナへ電源が供給できずに受信できない場合があります。

配線後、テレビの BS・CS アンテナ電源の設定を「切」にした状態で衛星放送が受信できるかどうかを確認し、視聴できない場合は「入」に変更します。始めにアンテナ電源を「切」にした状態で確認するのは、他の機器などから衛星アンテナに電源が供給されている場合があるからです。「入」にしても視聴できない場合は速やかに「切」に戻します。もちろん、対策や設置などの目的でアンテナ部品やケーブルを配線する際は、必ず「切」の状態で行います。

2.2.3 衛星アンテナ専用のテレビコンセントがある場合

衛星専用のテレビコンセントが設置されている場合や、ベランダなどから衛星用のアンテナケーブルを屋内に引き込んでいる場合は、地上波用と衛星用のアンテナケーブルのそれぞれをチューナに接続します(図 2-8 衛星アンテナ専用のテレビコンセントがある場合の接続例)。

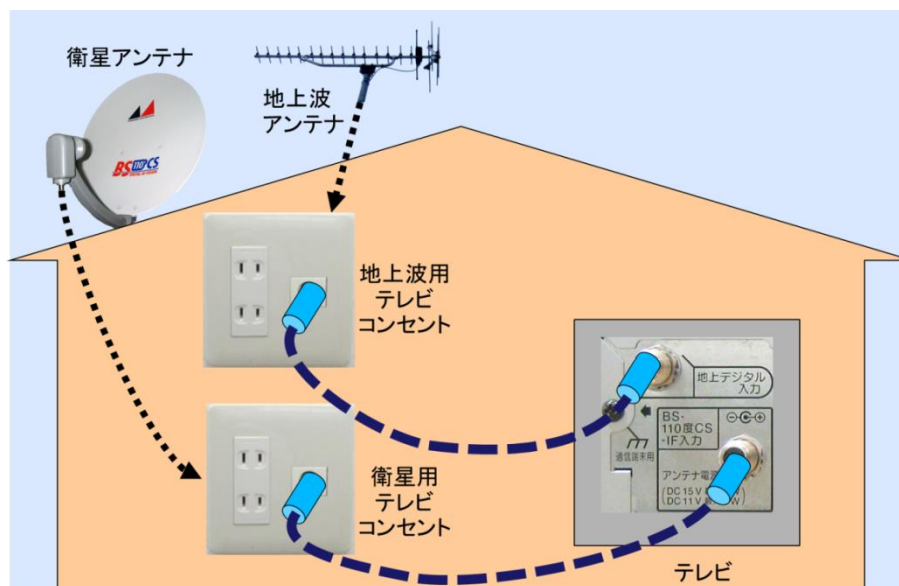



図 2-8 衛星アンテナ専用のテレビコンセントがある場合の接続例

配線後、テレビの BS･CS アンテナ電源の設定を「切」にしたままの状態で衛星放送が受信できるかどうかを確認し、視聴できない場合は「入」に変更して確認します。他に衛星アンテナに電源を供給する機器が無いと分かっている場合は、配線後、すぐに BS･CS アンテナ電源の設定を「入」にした状態で確認しても問題ありません。

2.2.4 レコーダがある場合

レコーダがある場合はレコーダを経由してテレビにします(図 2-9 レコーダがある場合の接続例)。多くのレコーダにはテレビ用の出力端子が装備されていますので、まず、アンテナからのアンテナケーブルをレコーダに接続し、レコーダのテレビ用アンテナ出力からテレビに接続します。

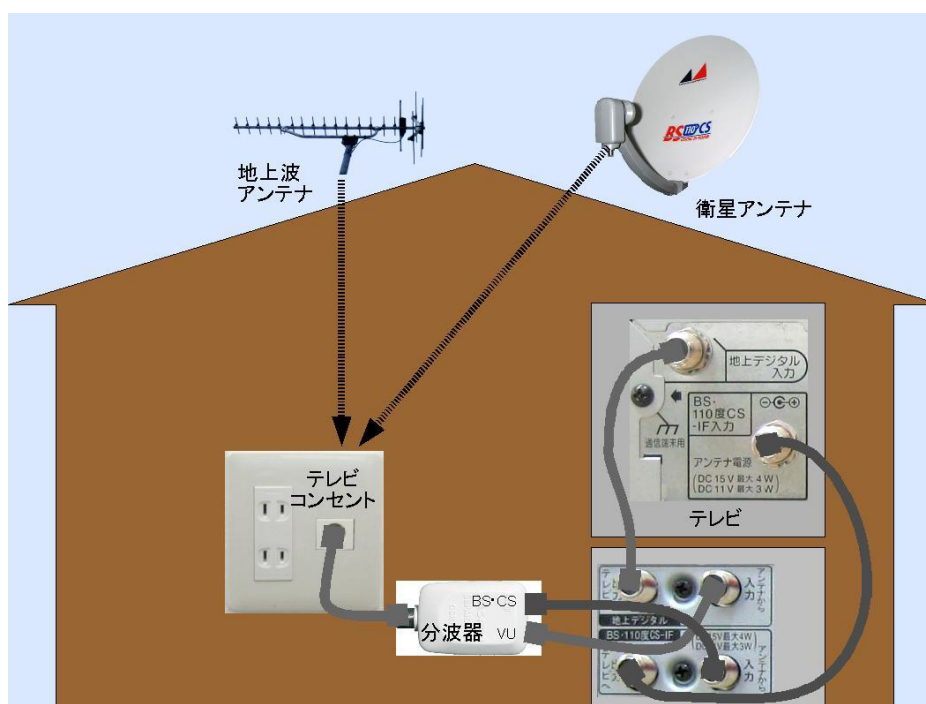



図 2-9 レコーダがある場合の接続例

2台以上のレコーダがある場合は、地上側、衛星側のそれぞれの経路を縦続接続します。

テレビ用のアンテナ出力端子を備えていないレコーダやチューナなどを接続する場合は、分配器を使用して分配します。この際、分波器の地上側と衛星側のそれぞれの出力を必要数だけ分配するのが良いでしょう。

衛星放送用のアンテナに電源が供給されていない場合は、縦続接続したレコーダの中で最もテレビコンセント(分波器)に近いレコーダの BS・CS アンテナ電源設定を「入」にします。その他のレコーダやテレビの BS・CS アンテナ電源は「切」に設定しておきます。

2.2.5 アンテナからアンテナコンセントまでの接続例(工事例)

ここでは、アンテナからテレビコンセントまでの標準的な接続例を説明します。ただし、アンテナからテレビコンセントまでの区間は、屋根の上や天井裏、壁面内に埋め込まれているので、通常は、目にすることも無ければ、手を加えることもありません。しかも、実際のアンテナ工事は高所作業を伴ったり、場合によっては資格が必要な電気工事を伴ったりする場合があります。したがって、このような工事は必要な場合は、最寄りの電気工事店に依頼してください。

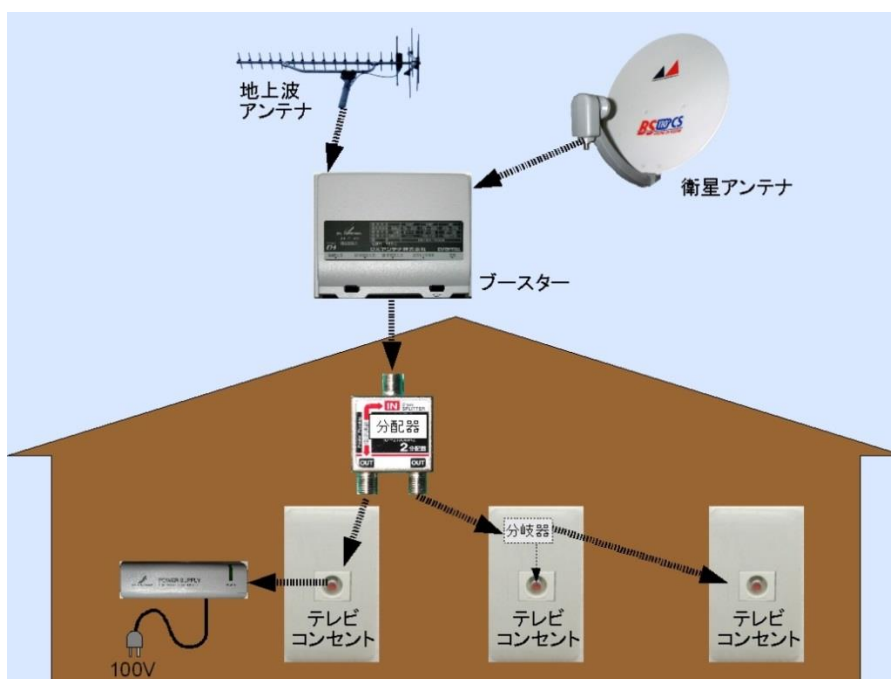



図 2-10 アンテナからコンセントまでの接続例

まず始めに、衛星アンテナで受信した放送波と地上波アンテナで受信した放送波を、「ブースタ」で増幅＆混合します。地上デジタル放送の送信所が近い場合や屋内のテレビコンセントの数が少ない場合は、ブースタではなく衛星波と地上波を混合する「混合器」を使用している場合があります。

次に、「分配器」を使用して複数のテレビコンセントに分配します。この例では2つに分配しています。もちろん、3つ以上に分配して、直接、各部屋に配線している場合もあります。

例図では「分配器」の左側の出力を「ブースタ用電源供給器」に接続しています。「ブースタ用電源供給器」は、アンテナケーブルを経由してブースタに直流電源を供給する装置です。テレビコンセントと分配器との間や分配器とブースタの間に挿入している場合もあります。

例図の分配器の右側の出力は2つのテレビコンセントに接続されています。テレビコンセ

ントを縦続接続するには、「直列ユニット」と呼ばれるテレビコンセントを使用します。直列ユニットは、アンテナからの入力端子が一つと、出力端子が2つの分岐器です。出力端子の一つは、室内側のテレビ出力端子で、もう一つは他のテレビコンセントに接続するために壁内側にあります。

　ブースタ、分配器、直列ユニットの有無や数は、様々ですが、アンテナからブースタ、混合器、分配器、直列ユニットの順番に接続するのが一般的です。

3　衛星受信アンテナや部品について詳しく知ろう

3.1　パラボラアンテナ

衛星放送は約 35,786km もの遠い静止衛星から 12GHz という高い周波数を使って送信されています。受信するには高い利得のアンテナが必要で、パラボラアンテナが用いられます。ここではパラボラアンテナの偏波やアンテナ利得について説明します。

図 3-1 衛星放送用パラボラアンテナの例

3.1.1 電波を受信するしくみ

パラボラアンテナは衛星から伝搬してきた空中の電波を、LNB(BS･CS コンバータ部)に引き込む役割を担います。伝搬してきた電波は空中の2点で異なる電位が得られるので、この電位差を LNB 回路に供給します。

図 3-2 にアンテナが電波を受信する原理図を示します。ここでは受電素子となるアンテナに説明の簡単なダイポールアンテナを用いています。衛星から到来した電波によってアンテナに平行な電界が生じると、λ/2 の間隔を隔てた空中の 2 点に電位差が生じます。アンテナはこの空間の電位差を LNB に引き込む役割を担っています。また、LNB は増幅と周波数変換を行い、アンテナケーブルに BS･CS-IF 信号を出力します。

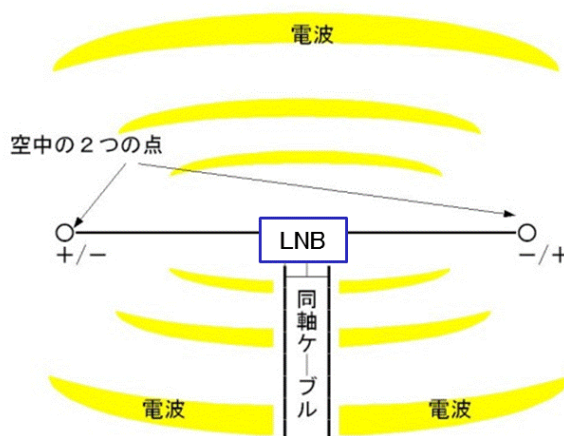



図 3-2 アンテナが電波を受信する様子

衛星放送用パラボラアンテナは、皿状の反射器と、皿から飛び出した部分にある受電部(LNBF)から構成されています(図 3-1 衛星放送用パラボラアンテナの例)。この受電部に図 3-2 のような原理のアンテナ受電素子と LNB が入っています。

3.1.2　水平偏波と垂直偏波

水平偏波と垂直偏波の違いは、回路に引き込む時の電界の方向です。空中の 2 点の電位差を引き込む際に、地面に水平な 2 点を引き込む方式を水平偏波方式、地面に垂直な 2 点を引き込む方式を垂直偏波方式と呼びます。これら水平偏波方式と垂直偏波方式は地面に水平な成分もしくは垂直な成分、すなわち電波の直線成分を使用していることから直線偏波方式に分類されます。

受信アンテナが水平偏波方式であれば、送信アンテナも水平方向に電位差を生じさせなければならないので、水平偏波方式の送信アンテナを用います。

無線 LAN や携帯電話の場合は、例えば送信に垂直偏波を用いた場合であっても、水平／垂直に関わらず受信することが出来ます。これは、伝搬中の障害物などによって反射が発生し、水平偏波の成分が生じるためです。しかし、衛星放送の場合は衛星の送信アンテナと家庭のアンテナまでに障害物がありませんので、水平偏波で送信された電波を受信するには水平偏波のアンテナで受信する必要があります。

衛星から家庭のアンテナまでに障害物が無いということは、衛星放送では水平偏波と垂直偏波との間で相互に成分が漏れにくい利点があります。この利点を利用して、水平偏波と垂直偏波で異なる放送を同じ周波数で送信することも可能です。

なお、衛星から日本全国の家庭に厳密な水平や垂直の偏波を行うことは出来ません。受信地区によって衛星の角度が、若干、変わって見えるからです。したがって、衛星との角度補正が必要のため、直線偏波の衛星アンテナを設置する際には受電部(LNBF)を回転させて偏波角の微調整を行う必要があります。

3.1.3 右旋円偏波と左旋円偏波

一方、偏波を回転させて送信する方式を円偏波方式と呼び、送信アンテナから受信アンテナに向かって右回りに回転する偏波方式を右旋円偏波方式と呼びます。

円偏波の受信アンテナは水平偏波アンテナと垂直偏波アンテナを 90 度の位相差で合成するように設計されています。右旋アンテナと左旋アンテナの違いは、90 度の位相差を水平側か垂直側のどちらに与えるかによって決まります。また、衛星から右旋円偏波アンテナで送信された電波は、同じく右旋円偏波アンテナで受信します。

水平偏波と垂直偏波とが同じ周波数であっても異なる放送が可能であるのと同様に、円偏波についても右旋円偏波と左旋円偏波で異なる放送が可能です。しかし、直線偏波と円偏波との間では、円偏波は直線偏波の成分を使用しているので、同じ周波数で異なる放送を行うことが出来ません。

なお、円偏波は偏波が回転しているので、直線偏波方式のアンテナのような偏波角の調整は不要です。

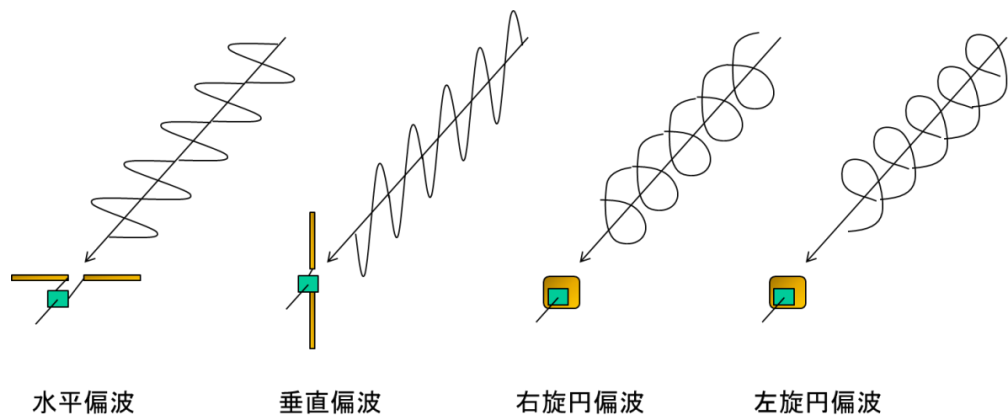



図 3-3 各偏波方式の違い

コラム：円偏波の旋回方向と、反射が起こった場合の旋回方向

円偏波の旋回方向

衛星から右旋円偏波で送信すると、それに対抗して設置された地上では左旋で受信するのでは無いかと思う方も多いでしょう。確かに右旋円偏波を受信アンテナから見れば左に旋回しながら受信しているように見えます。しかし、旋回方向は電波の送信方向に対して決められているので、右旋円偏波の電波は右旋円偏波のアンテナで受信することになります。

それでは同じ旋回方向の送信アンテナと受信アンテナの構造は異なるのでしょうか。結論から言えば、送電部の送信用アンプと受電部の受信アンプの入出力方向は反対ですが、アンテナ部そのものの構造は同じです。

右旋円偏波の電波を送信するにはアンテナの送信方向に対して右回りに電界を回転させる必要があります。一方、受信アンテナから見れば電波の到来方向に対して左回りに電界が回転している電波を受電することになります。ところが、左回りを受信するには回路側から見れば右回りに送信できなければなりません。ちょうど、右ねじを締める時の電界の回転方向が送信で、緩める時の回転方向が受信の関係だと考えれば分かりやすいでしょう。つまり、左回りの電界を受信するアンテナは右回りの電波を送信する右旋円偏波の送信アンテナと同じ構造であるということが分かります。

このように送信と受信とのそれぞれのアンテナから見た電界の回転方向は逆になりますが、電波の進む方向も逆になるので、同じ右旋円偏波アンテナを対向して配置することで送受信が行えるのです。

反射が起こった場合の旋回方向

円偏波の電波は反射すると旋回方向が反転する特徴をもっています。しかし、実際には送信アンテナから見た電界の回転方向は反射しても同じはずです。変化しているのは電界の回転方向ではなく、電波の進行方向が反転しているのです。前述のとおり、円偏波の旋回方向は電波の進行方向に対して決められているので、進行方向が反転した結果として旋回方向が反転するのです。したがって、右旋円偏波が反射すると左旋円偏波になり、左旋円偏波のアンテナでしか受信できなくなります。

次に、右旋円偏波パラボラアンテナの受電部の構造を考えてみます。パラボラアンテナの受電部では反射器で反射した電波を受信しています。衛星からの右旋円偏波の電波は反射器で電波の進行方向が反転するので左旋円偏波になります。したがって、受電部は左旋円偏波のアンテナが反射器に向けて取り付けられているのです。

ところで、受電部が受信する反対方向からは衛星からの右旋円偏波が到来しています。当然ではありますが、アンテナ全体で考えれば衛星の方向に対して右旋円偏波を受信していることに変わりありません。

また、反射によって旋回方向が変わる性質を応用すると、右旋円偏波のアンテナで左遷円偏波の放送を受信することが可能になります。平面の金属板などで反射させた電波を受信すれば良いのです。金属板の大きさは、原理的にはパラボラの反射板と同じ大きさでも良いのですが、方向調整のための余裕を考えて２倍くらいの大きさが良いでしょう。

3.1.4 異なる偏波方式のアンテナ受信

衛星から送信される偏波方式と受信アンテナの偏波方式とが異なると、基本的には受信できませんが、受信できる場合もあります。

衛星放送用の受信アンテナの中には右旋円偏波と左旋円偏波アンテナ、もしくは垂直偏波と水平偏波を切り替えられるタイプがあり、このようなアンテナでは異なる偏波方式の電波を受信することが出来ます。右旋円偏波と左旋円偏波アンテナとの違いは2種類の直線偏波の合成方法の違いです。したがって合成方法を電子スイッチで切り替えることで、1つのアンテナで右旋円偏波と左旋円偏波との両方式に対応したアンテナが実現可能です。

右旋と左旋の両方に対応したアンテナでは、LNB(BS・CS コンバータ)に供給する電源の電圧によって 15V の時は右旋円偏波、11V の時は左旋円偏波アンテナとして作用するように切り替えます。垂直偏波と水平偏波を 15V と 11V で切り替えるアンテナも市販されています。

次に、円偏波と直線偏波の異なるアンテナでの受信の可能性について説明します。円偏波は直線偏波を合成したものですので、円偏波と直線偏波との間には互いに異なる偏波方式の成分を含んでいます。このため、直線偏波のアンテナを使って円偏波の放送を受信することが可能です。ただし、円偏波の片方向の成分しか受信できないことから受信電力が半分(3dB の減衰)になるため、受信できなくなる場合があります。また、右旋円偏波と左旋円偏波の両方の方式を受信してしまうので、同じ周波数帯に右旋と左旋の両方の放送がある場合に干渉して受信できなくなる場合もあります。

3.1.5 衛星放送の偏波

衛星放送の偏波方式は放送によって異なります。BS デジタル放送や東経 110°CS デジタル放送では右旋円偏波が使用されていますが、スカパー！HD では水平と垂直の直線偏波を 15V と 11V の電圧によって切り替えて使用しています(表 3-1 衛星放送の偏波)。

表 3-1 衛星放送の偏波

放送	衛星	偏波
BS デジタル放送	東経 110°	右旋円偏波
東経 110° CS デジタル放送	東経 110°	右旋円偏波
スカパー！HD	東経 128 度 124 度	直線偏波(水平/垂直)

3.1.6 パラボラアンテナのアンテナ利得

パラボラアンテナの構造は、皿状の反射器と、皿から飛び出した部分にある受電部(LNBF)からなり、反射器は放物線(パラボラ、Parabola)の一部を使用しています。放物線の特徴は、平行線が入射して放物線上で反射すると単一の焦点を得ることです。この特性を利用して、焦点の位置に受電部を配置すると、放物線上の反射器で反射した電波を1点に集めることが出来ます。

実際に市販されている衛星放送用のパラボラアンテナの受電部は、反射板の中央からずれた位置に配置されています。これは、反射器として用いる部分を放物線 $y=ax^2$ の中央 $x=0$ からオフセットしているためです。このようにオフセットすることで、反射器の仰角を下げることが可能になり、(1)雨水や雪などが溜まりにくくなる、(2)受電部を支持する部品が電波

を遮りにくくなる、(3)ベランダなどの設置でアンテナの飛び出し量が減って取り付けが容易になるなどの効果が得られます。

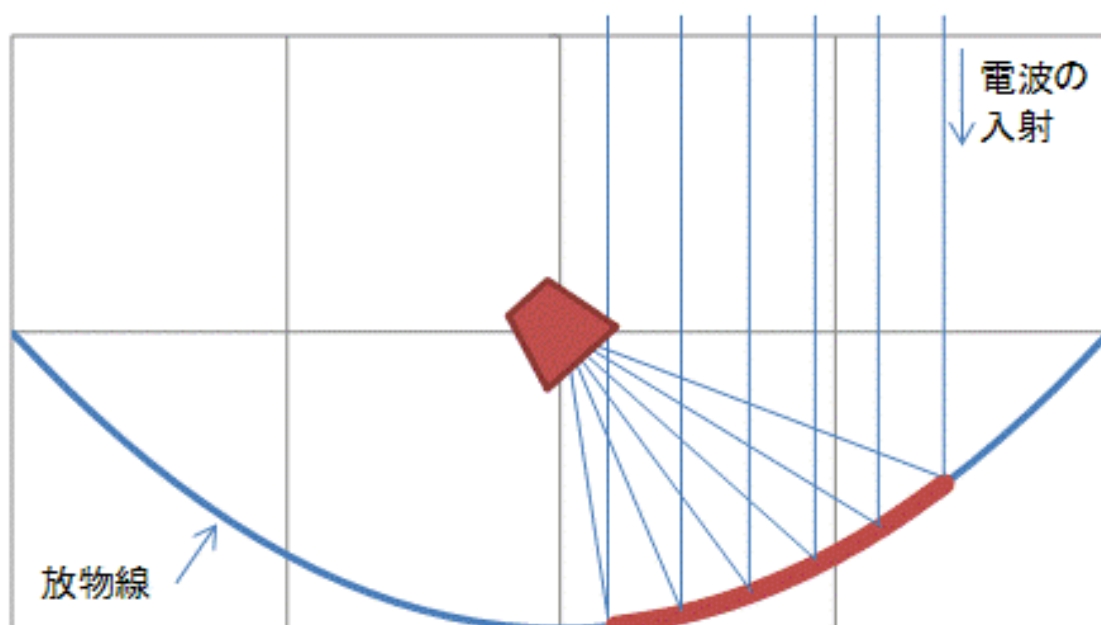



図 3-4 パラボラアンテナの仕組み

次に、パラボラアンテナのアンテナ利得を考えます。パラボラアンテナは反射器の面積分の電波を集めることが出来るので、ほぼパラボラの面積に比例したアンテナ利得が得られます(式 3-1)。

パラボラアンテナの利得 G[dB] ＝ $10 \log_{10} (4 \pi \eta S / \lambda^2)$ ....式 3-1

η:開口効率(0.8 程度)
S:面積
λ:波長(0.025m)

パラボラアンテナで高いアンテナ利得 G を得るには大きな面積 S が必要になります。ところが、衛星放送では 12GHz という高い周波数を用いており、波長 λ が約 2.5cm と短いので、家庭に設置可能なコンパクトなサイズにも関わらず高い利得のパラボラアンテナが実現できるのです。

一般的な衛星アンテナの利得は、直径 45cm のタイプで約 34dB、60cm だと約 36dB です。これらを式 3-1 に代入すると開口効率が 0.8 程度であることが分かります。

また、反射板の面積は直径の二乗に比例するので、1.2m タイプだと 60cm の 4 倍(6dB アップ)で約 42dB の利得が得られることが分かります。

3.1.7 受信システム設計の例

衛星放送の受信システムでは(適切なアンテナが適切な方向に設置されていれば)、アンテナ以降のケーブル等によって多少の損失が生じたとしても、受信システム全体の性能はあまり劣化しません。しかし、長いケーブルや多くの分配などで大きな損失が発生すると、受信システム全体の性能が劣化して受信できなくなる場合があります。

衛星放送用アンテナのLNB(BS・CSコンバータ部)やブースタなどの性能を示す指標の一つに雑音指数(NF)があります。雑音指数は増幅の時に生じる信号品質の劣化の度合いです。雑音指数が大きくなるほど大きな劣化が発生することを示しています。また、受信システム全体の性能を示す指標に総雑音指数(総NF)があります。受信システム全体の総雑音指数(総NF)は個々のアンテナ部品の雑音指数や利得、損失から求めることが出来ます(コラム参照)。

衛星放送の受信条件は、アンテナにおける受信CN値[dB]から受信機の所要CN値[dB]の減算値が、受信システムの総雑音指数[dB]よりも小さい（または等しい）値である必要があります。受信機の所要CN値とは、テレビやチューナの受信に必要な信号品質のレベルで、機器の固有の性能です。ただし、放送の方式によって所要CN値が変化する場合があり、一例として、国内の衛星デジタル放送（ハイビジョン放送）の所要CN値は約10dBです。

例えば、所要CN値が10dB、アンテナの受信CN値が18dBであれば、総雑音指数8dB以下で受信することができます。なお、実際には後述する降雨マージンが必要で、仮に6dBの降雨マージンを確保するには、総雑音指数を2dB以下にする必要があります。

受信条件:
総雑音指数[dB] ≦ アンテナの受信CN値[dB] － 受信機の所要CN値[dB]
....式3-2

国内衛星デジタル放送の所要CN値＝9dB～11dB
(ARIB STD-B21 5.0版に記載の望ましい性能は11dB)

図 3-5はアンテナ以降の損失と受信システムの総雑音指数(総NF)との関係を示したグラフの一例です。受信システム総雑音指数(総NF)は損失0dBの時が最も低く(良好)、損失が増加するについて徐々に上昇(悪化)します。また、一定の損失を超えると大きく上昇しはじめます。この例ではアンテナ以降で10dB以内であれば、受信システム総雑音指数(総NF)は殆ど劣化しないのに対して、15～20dB あたりから劣化が著しくなることが分かります。

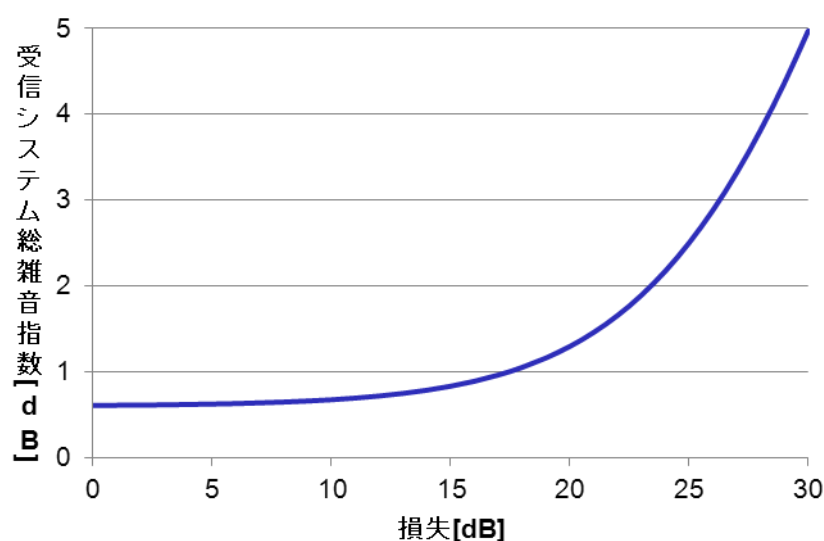



図 3-5 アンテナ以降の損失と受信システム総雑音指数(総NF)の計算例

図 3-6は受信システムの設計例です。晴天時のアンテナでの受信CN値が18dB、降雨時に12dBまで劣化することを考慮し、受信機の所要CN値10dBを確保するためには

受信システムの総雑音指数が 2dB 以下である必要があります。
　この設計例でラインブースタがある場合の受信システムの総雑音指数は 0.8dB となっており、目標の 2dB 以下を満たしていることが分かります。ところが、ラインブースタが無い場合の総雑音指数は 7.9dB と、2dB を超過してしまうので受信できくなる可能性が高まります。

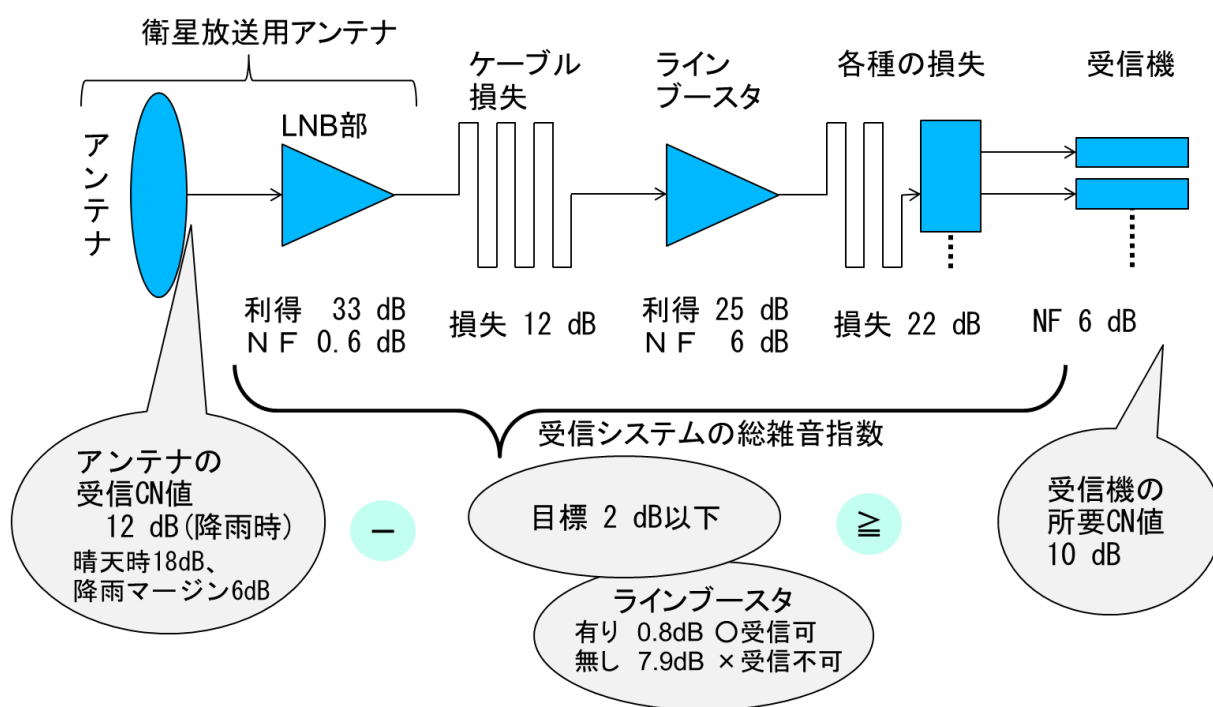



図 3-6 受信システムの設計例

　総雑音指数(総 NF)以外の受信性能指標の一つに G/T 比があります。G/T 比はアンテナ利得を含めた受信システムの性能で、高いほど良好です。国内の衛星放送では一般的に 13dB／K 以上が必要です。

コラム：雑音指数と G/T 比の計算方法

ブースタや LNB などの増幅器は信号を増幅するとともに雑音も増幅してしまいます。しかも、雑音の増幅度の方が大きいので、増幅とともに信号の品質が劣化します。このため、入力の信号品質（入力ＳＮ比）よりも出力の信号品質（出力ＳＮ比）の方が下がってしまいます。

雑音指数 NF は、入力ＳＮ比と出力ＳＮ比の割合で定義され１以上の値となります。また、信号の増幅度である利得をＧ[倍]、出力雑音電力をＮ[W]、熱雑音電力をｋＴＢ[W]とすると、増幅器の雑音指数は式１のように表せます。

$$NF = \frac{\text{入力SN比}}{\text{出力SN比}}$$

$$= \frac{1}{G} \cdot \frac{N}{kTB} \qquad \text{（式 3-3）}$$

ｋ：ボルツマン定数(1.38E-23)
Ｔ：絶対温度[K]
Ｂ：帯域幅[Hz]

次に縦続接続された受信システム全体の総雑音指数を求めます。上式の出力雑音Ｎは式２のように、雑音が信号の利得で増幅されたｋＴＢ・Ｇと、増幅器の内部で新たに発生した雑音(NF−1)ｋＴＢ・Ｇの合計で表せます。したがって、ｎ段目の増幅器の出力雑音電力N_nは、式 3-5 のようになります

$$N = NF \cdot kTB \cdot G$$

$$= kTB \cdot G + (NF-1)kTB \cdot G \qquad \text{（式 3-4）}$$

$$N_n = N_{n-1} \cdot G_n + (NF_n-1)kTB \cdot G_n \qquad \text{（式 3-5）}$$

これを式 3-3 に代入すると、以下のように縦続接続された受信システム全体の「総雑音指数」を求めることが出来ます。

$$NFtotal = \frac{1}{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \ldots} \cdot \frac{N}{kTB}$$

$$= NF_1 + \frac{NF_2-1}{G_1} + \frac{NF_3-1}{G_1 \cdot G_2} + \frac{NF_4-1}{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3} + \ldots \qquad \text{（式 3-6）}$$

式 3-6 の第 2 項目の（雑音指数ー1）は 1 段目の利得で除算されているので、1 段目の利得が高いと総雑音指数≒１段目の雑音指数となり、ほぼ 1 段目の雑音指数だけで総雑音指数が決まります。つまり、アンテナの LNB の雑音指数が受信システムの性能に大きく影響することが分かります。

以上の計算は真値での計算になります。雑音指数はデシベル[dB]で表しますので、計算前後で変換が必要です。

$$\text{電力のデシベル[dB]} = 10 \log_{10}(\text{真値}) \qquad \text{（式 3-7）}$$

$$\text{真値} = 10^{(\text{デシベル[dB]}/10)} \qquad \text{（式 3-8）}$$

G/T 比はアンテナ利得と受信系の等価入力雑音温度から求めます。等価入力雑音温度Ｔ'は LNB の入力における等価入力雑音電力Ｎを温度Ｔ'[K]＝Ｎ／ｋＢに換算した指標です。

$$\text{G/T比[dB/K]} = \text{アンテナ利得[dBi]} - 10\log_{10}(\text{等価入力雑音温度[K]}) \qquad \text{（式 3-9）}$$

3.1.8 降雨減衰

衛星放送の電波に大きな支障をきたすのが雨や雲などの水分による降雨減衰です。降雨減衰は一般的に 10GHz 以上の衛星通信で発生し、降雨量や周波数が高いほど減衰量も増加します。たとえば局地的な豪雨の場合には晴天の時よりも 10dB 以上の大きな減衰が発生する場合もあります。晴天時と降雨時の減衰量の差を降雨減衰量と呼び、降雨減衰に対する受信システムの耐性を降雨マージンと呼びます。降雨によって降雨減衰量が増加して、システムの降雨マージンを超えてしまうと受信ができなくなります。

降雨減衰は地上から衛星へのアップリンクでも発生します。しかも、アップリンクでの障害は全国に及ぶという大きな問題があり、降雨減衰量が著しく増加した場合に備える必要があります。一例として、株式会社放送衛星システムでは渋谷と埼玉県菖蒲町との約 50km 離れた2か所に送信所を配備しています。渋谷の送信所でアップリンクが途絶えるほどの降雨が発生した場合は埼玉の送信所に切り替えることで、安定した放送が行えるようになっています。

参考文献：http://www.b-sat.co.jp/jigyouannai/uplinkcenter.html
（株式会社放送衛星システム）

実際の受信システムの降雨マージンは、テレビやチューナにおける晴天時の受信 CN 値と受信に必要な所要 CN 値との差で求めます。受信 CN 値はテレビやチューナで測定します。受信に必要な所要 CN 値は、前節で記載したとおり、受信機の固有の性能です。例えば、所要 CN 値が 10dB で、晴天時の受信 CN 値が 16dB の場合、その差の 6dB が降雨マージンとなります。

降雨マージン[dB] ＝ 晴天時チューナ受信 CN 値[dB] － 受信所要 CN 値[dB]

....式 3-9

国内衛星デジタル放送の所要 CN 値＝約 9dB～11dB
（ARIB STD-B21 5.0 版に記載の望ましい性能は 11dB）

コラム：降雨マージンを含む回線設計の例

回線設計とは放送波がどのように変化して受信器(チューナ)に届けられるかを放送波の信号レベルと信号品質もしくは雑音レベルの推移を推定するための計算です。図 3-7 は衛星デジタル放送の回線設計の一例を示したものです。

図中の左の列は信号レベル変動の要因となる項目、中央の列は信号のレベル、右の列は雑音に関する項目を示しています。また、中央の列から右の列に渡って信号レベルと雑音レベルの差、すなわち信号品質 CN 値を示しています。

最上部中央の「放送出力レベル」で放送された放送波はその左下に続く「自由空間損失」などの影響で信号レベルが弱まってパラボラアンテナの尖端にある LNB に入力され、家庭内の受信システムを通って最下部の「チューナ受信 CN 値」の受信品質を得ます。なお、数値は参考値であり実際の衛星放送システムと必ずしも一致しているとは限りません。

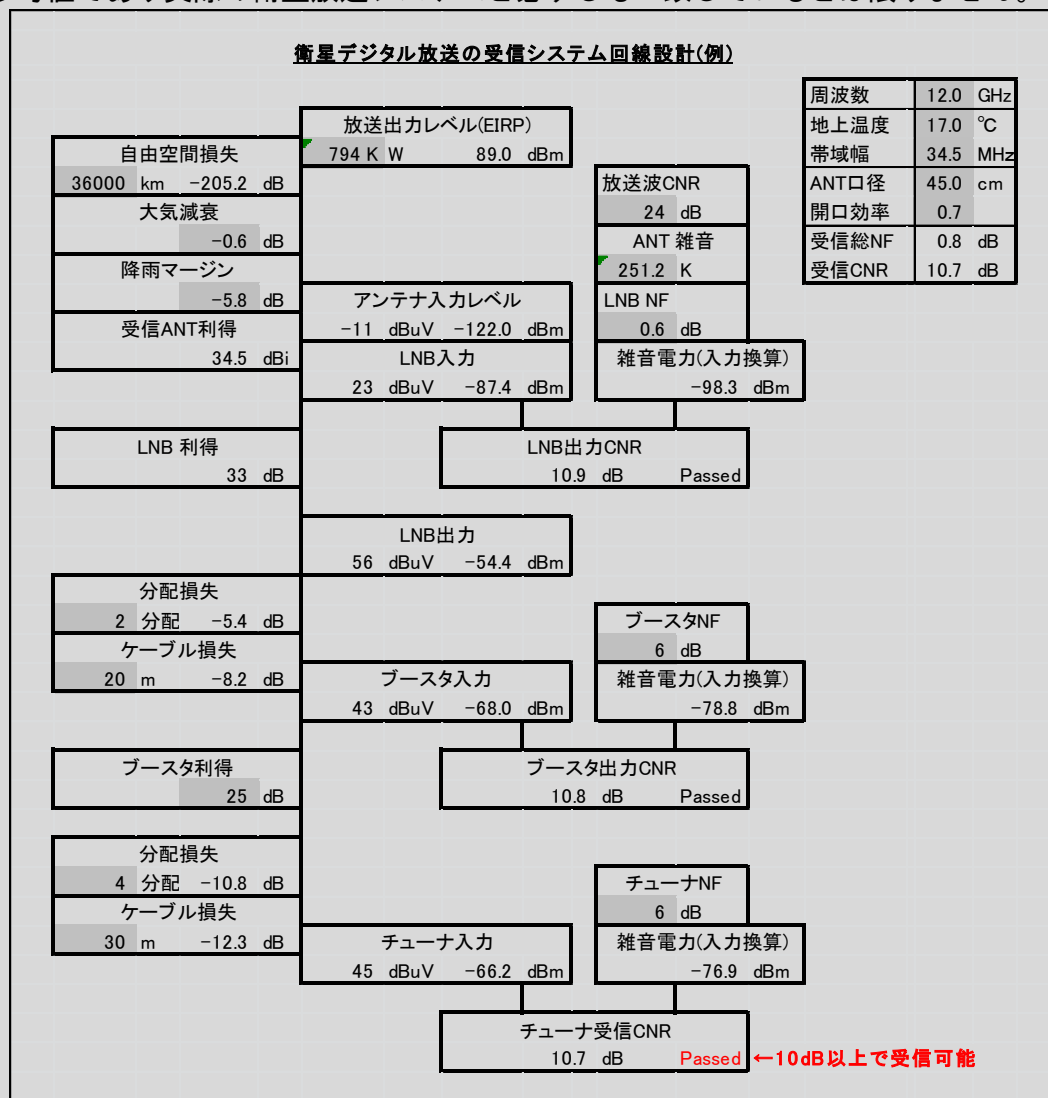



図 3-7 衛星デジタル放送の回線設計例

(参考文献：電波産業会 デジタル放送用受信装置 標準規格 ARIB STD-B21 5.0 版・STD-B44 1.0 版)

エクセルシートは筆者のウェブサイトからダウンロードできます。エクセルシートを活用することで、各パラメータを変更した場合の受信可否が推定できるようになります。

http://www.geocities.jp/bokunimowakaru/design-kaisen.html

3.2　分波器と分配器

分波器はアンテナケーブル内の複数の放送波を、周波数帯に応じて2出力以上に分けるためのアンテナ部品（アンテナ周辺機器）です。セパレーターとも呼ばれています。ここでは衛星放送の受信で使用する分波器と分配器との違い、接続例や特性例などについて説明します。

3.2.1 放送波を分ける分波器

BS（CS）／VU分波器は、BS（CS）波と地上デジタルのUHF波とを分波するためのアンテナ部品です。損失はdB（デシベル）で表し、2～3dB(BS・CS)程度です。主にアンテナコンセントからテレビやチューナに接続する際に、BS（CS）の衛星波と、VU（VHF・UHF）の地上波とに、分離するために使用します。VU（VHF・UHF）はメーカーによってUV（UHF・VHF）と表記する場合もあります。

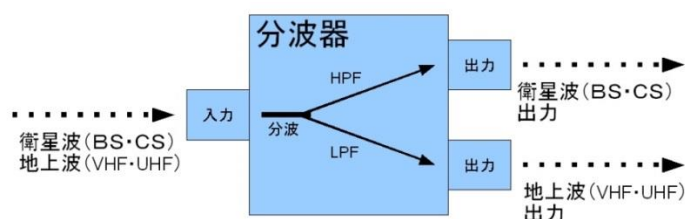



図 3-8 分波器は放送波を各周波数帯に応じて分離する

図 3-9 分波器の例

3.2.2 分波器と分配器の違い

分波器と形状も文字も読み方も似ているアンテナ部品に分配器があります。分配器は電波を等分に分配するアンテナ部品です。分波器よりも損失が大きく、出力する周波数帯が広い点で、分波器と異なります。例えば、分波器を使うべき個所に分配器を使用してしまうと、損失によって受信品質を低下させてしまう場合があります。したがって、両者の違いを理解して、適切なアンテナ部品を使うようにします。

表 3-2 分波器と分配器の違いの例

部品	作用	損失				主な接続形態
		出力1		出力2		
分波器	周波数帯で分離する	衛星	約2dB	UHF	約1dB	アンテナコンセント後に分波
分配器	等分に分配する	分配	約5dB	分配	約4dB	分波器の後で分配

3.2.3 分波器を使った接続の例

衛星波と地上波が混合されたテレビコンセントから、衛星波と地上波とを分波してテレビに接続する例を図 3-10 に示します。この場合、分波器をテレビコンセントとテレビの間に挿入します。

複数台の受信機器（テレビやチューナ）に接続する場合は、分波器とテレビの間に分配器を挿入します。本例では分波器と分配器の順序を入れ替えても受信機までの損失は変わりませんが、入れ替えない方が良いでしょう。なぜなら衛星波と地上波の受信機の数が異なる場合に損失が増えてしまったり、レコーダ内蔵の分配器を積極的に利用しにくくなったりするからです。したがって、本例のようにテレビコンセント、分波器、分配器(機器内蔵を含む)の順番に接続するのが基本の接続方法です。

レコーダは分配器を内蔵している場合が多く、機器内蔵の分配器を使用した方が低損失になる場合がありますので、レコーダを使用する場合はレコーダ内蔵の分配器を積極的に使用します。

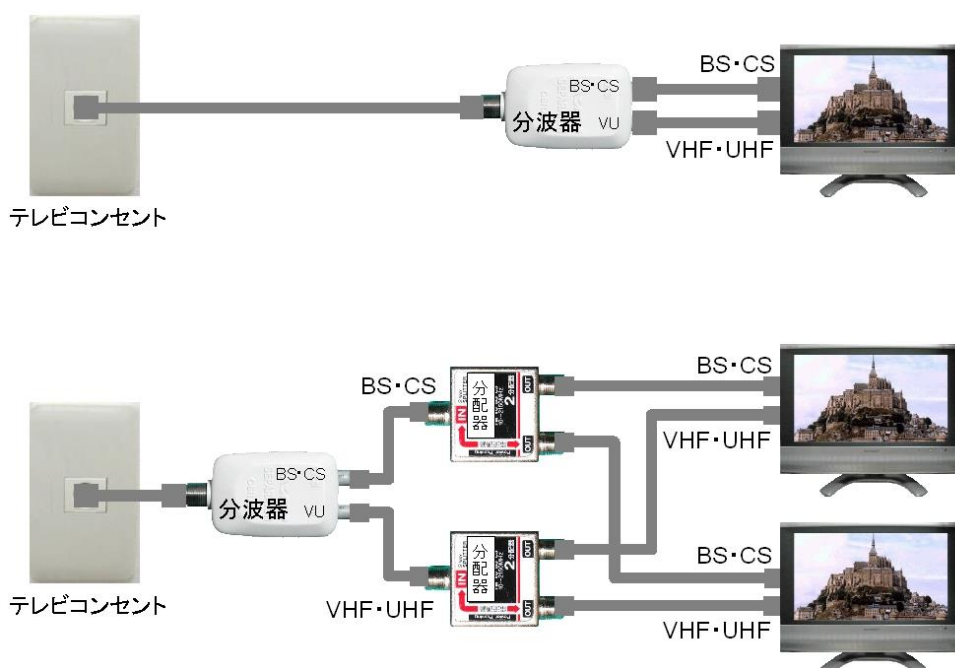



図 3-10 分波器の使用例

3.2.4 分波器の特性例

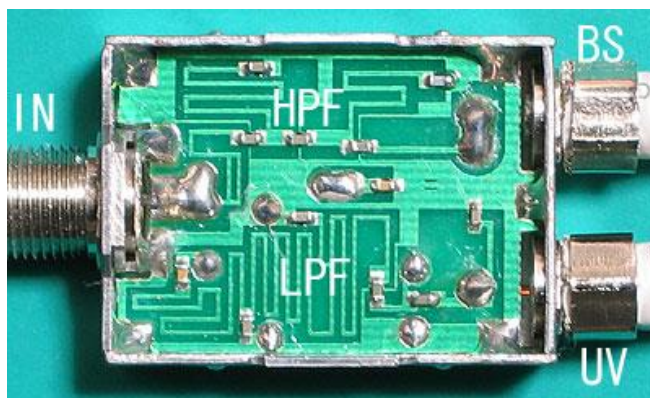



写真 3-1 分波器内の回路の例

分波器の内部回路には、分波器の低周波側（VU側）にLPF（ローパスフィルター）、高周波側（BS・CS側）にHPF（ハイパスフィルター）が構成されています(写真 3-1 分波器内の回路の例)。

図 3-11 は市販のBS（CS）／VU分波器の特性測定結果の一例です。グラフの縦軸は損失[dB]を表し、下にゆくほど損失が大きくなります。横軸は周波数[MHz]を表し、右に行くほど周波数が高くなります。

測定は簡易測定器によるものですので、測定精度による誤差が見られますが、傾向として、VU側は約800MHz以下の周波数を通過しており、BS（CS）側は約1GHz以上を通過していることが分かります。

ここで、ある任意の一つの周波数に注目すると、どちらかの出力にしか現れないようになっていることがわかります。このため、電力が分割されないので損失が少ないのです。

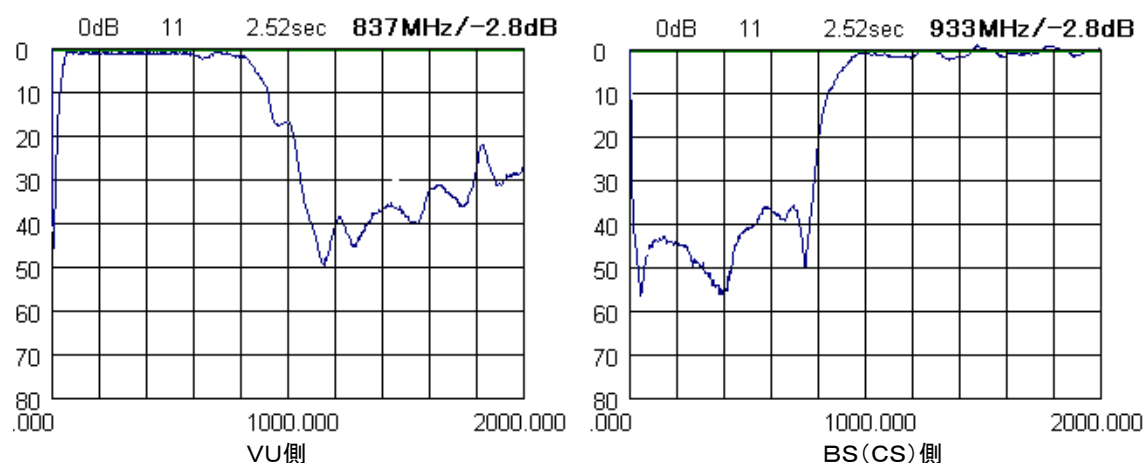



図 3-11 分波器の特性例

3.2.5 分波器を混合器として利用する

分波器は簡易的な混合器としても使用することができます。ここでは、BS（CS）／VU分波器を使ったBS（CS）／VU混合器について説明します。

アンテナの設置場所とテレビの設置場所との距離が近い場合は混合せずに、2本のアンテナケーブルをそのままテレビに接続する方が良いでしょう。しかし、部屋が離れている場合は、分波器を使うことで、2本のアンテナケーブルを1本にまとめることができるので、アンテナケーブルの室内配線が行いやすくなります。衛星アンテナとUHFアンテナとを分波器で混合する場合の接続例を図 3-12 に示します。

混合用の分波器のBS（CS）端子に衛星アンテナを、分波器のVU端子に地上デジタル用UHFアンテナを接続します。また、テレビから衛星アンテナへ LNB 用の直流電源を供給するために、分波器のBS（CS）側は電流通過型を使用します。一般的に市販されている分波器の多くは、BS（CS）側が電流通過になっているので問題ないと思いますが、念のために確認してから使用します。

衛星波と地上波を混合したアンテナケーブルはテレビの近くまで配線します。そしてテレビに接続する際に、別の分波器を使用して、テレビの衛星用BS（CS）入力端子と地上デジタル用 UHF 入力端子とに分波して入力します。

なお、本例は本来の分波器とは異なった利用方法です。実験用や一時的な利用の範囲に止めておくのが良いでしょう。とくに、分波器は屋内用のものが多く、防滴仕様になっていませんので、屋外使用は避けなければなりません。

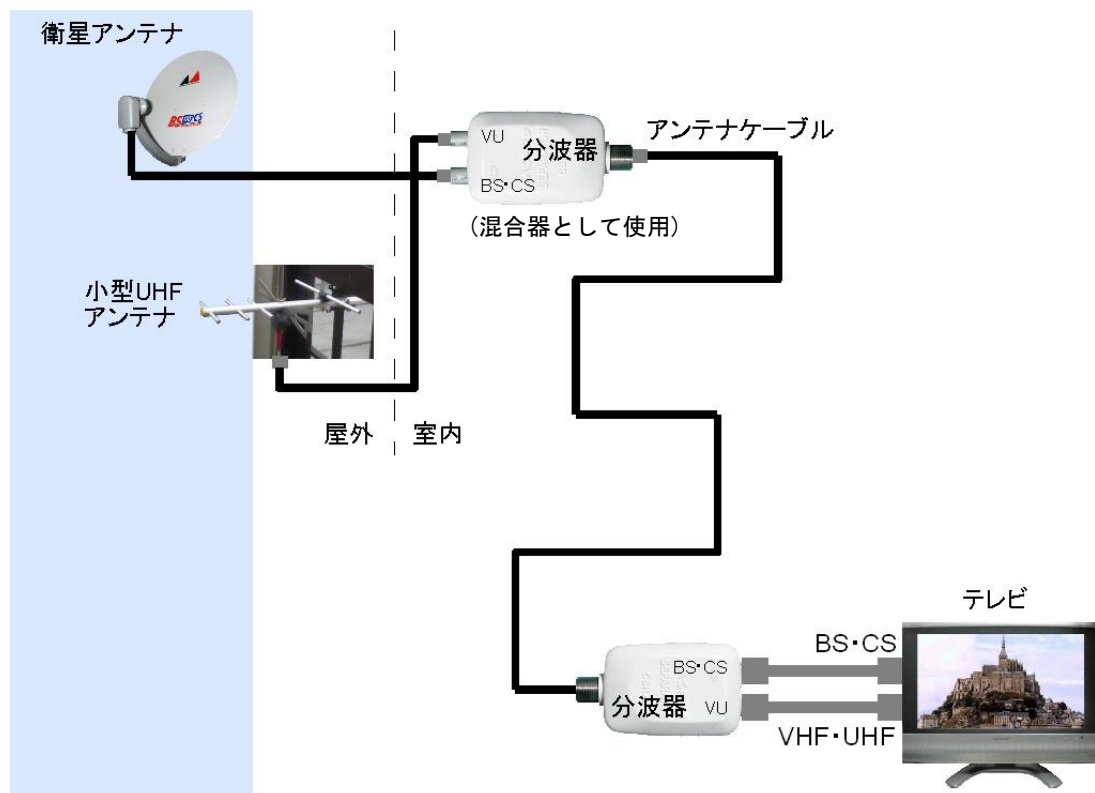



図 3-12 分波器を混合器として使用する例

3.3 分配器と分岐器(直列ユニット)

分配器や分岐器はアンテナケーブルを 2 本以上に分配するためのアンテナ部品（アンテナ周辺機器）です。ここでは、分配器の損失、分配器内蔵機器の接続例、特性例、分岐器(直列ユニット)などについて説明します。

3.3.1 分配器の損失

分配器はアンテナケーブルを2本以上に分配するためのアンテナ部品です。損失はdB（デシベル）で表し、2 分配器だと、およそ 5～8dB（BS・CS）です。

また、分配数（分ける数）が多いほど分配器での損失が大きくなります。このため、必要以上の分配数の分配器は使用しないで、最小分配数の分配器を使用します。

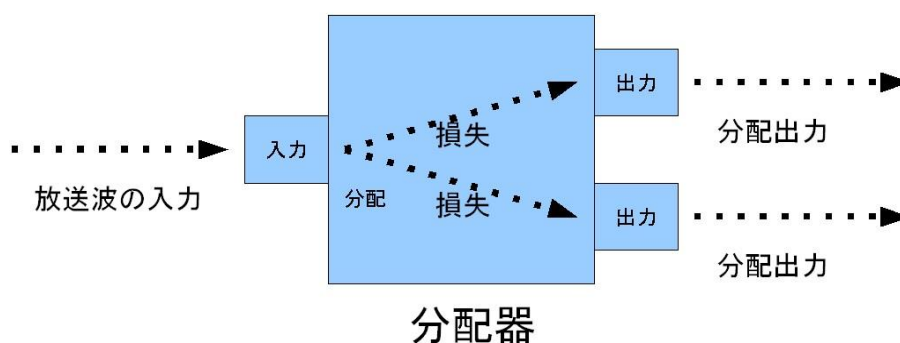



図 3-13 アンテナケーブルを 2 本に分配する分配器

写真 3-2 分配器の写真

表 3-3 分配器の分配数と損失の一例

分配数	UHF 損失	BS(CS)損失
2	4 dB	5 dB
3	6 dB	9 dB
4	8 dB	11 dB
5	9 dB	13 dB
6	10 dB	14 dB

分配器を購入する場合は、対応している放送波の種類を確認することが重要です。市販されている多くの分配器は BS 放送や 110°CS 放送にも対応していますが、一部の分配器の中には、これらに対応していない分配器があります。BS や 110°CS で使用している周波数は 2.1.2 章(p.14)に記載したように 1～2GHz と高くなり、UHF 帯に比べて損失が大きくなる傾向があります。BS や CS に対応していない分配器となると、損失がさらに大きくなったり、反射の影響を受けやすくなったりします。

将来の左旋円偏波用に備えた 2600MHz 伝送や CATV 用の 2655MHz 伝送に対応した分配器もありますが、現在のところ左旋円偏波の放送予定はありませんので、例えば 2150MHz 対応のものでも十分です。もちろん値段が変わらなければ、他の新方式が登場した時に使える可能性を考慮して、2600MHz 対応のアンテナ部品を購入した方が良いでしょう。ただし、一般的には、高い周波数に対応するほど使用する部品や基板などの価格が高くなるため、分配器の価格も高くなる傾向があります。

また、信頼できるメーカーの製品であるかどうかも確認します。市販されている分配器の中には、内部で配線を分けただけの簡易分配器や、分配損失が 2 倍ほど大きな粗悪品もあります。これらは外観からは分からない上、こういった分配器を使用すると損失や反射によって正しく受信できない場合があります。アンテナ専門の国内メーカーであれば一定の品質が保たれているので安心です。または、大手量販店で扱っているようなメーカーの製品を使用します。

3.3.2 空き端子の禁止

分配器は、原則として、最小分配数の分配器を使用し、空き端子を作らないようにします。しかし、機器の変更などで分配器の端子が余ってしまった場合は空き端子にダミー抵抗器を取りつけます(図 3-14)。ダミー抵抗器が無いと、分配器の空き端子で放送波が反射し、一部のチャンネルが見られなくなったり、ブースタが発振してしまったり、また、外来ノイズの影響を受けやすくなることがあります。

市販のダミー抵抗器の中には、直流電源の電圧をショートさせてしまう製品もあります。衛

星放送のアンテナケーブルには直流電源が印加されているので注意する必要があります。例えば、電流通過型分配器の空き端子へは、電流カット型ダミー抵抗器を使用する必要があります。

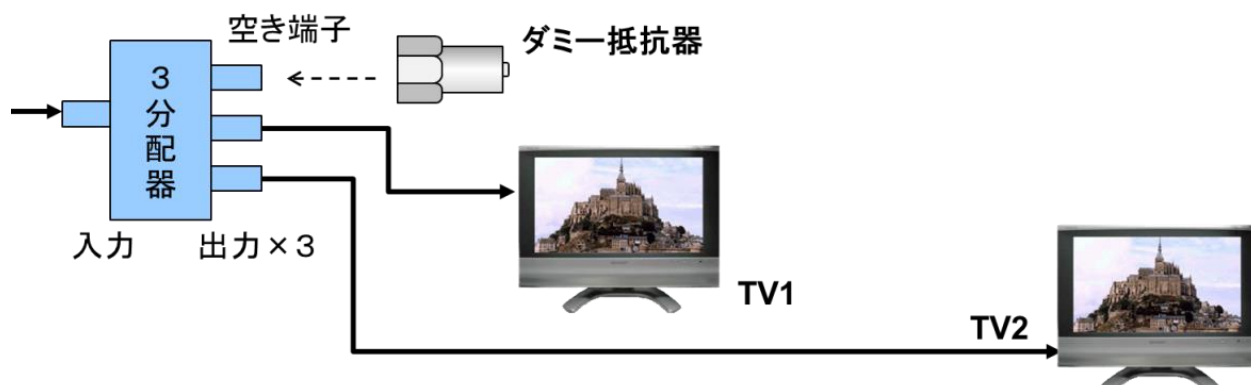



図 3-14 分配器の空き端子にはダミー抵抗器を取り付ける

3.3.3 分配器内蔵機器の接続例

多くのレコーダにはテレビ用のアンテナ出力端子（以下、テレビ出力端子）が搭載されています。レコーダ内には分配器が内蔵されており、テレビ出力端子はレコーダ内の分配器の出力に接続されています。しかも、機種によっては無損失の分配器が内蔵されています。このような機種では、別売りの分配器を使用するよりも、レコーダ内部の分配器を使用したほうが、安定して受信出来る場合があります。

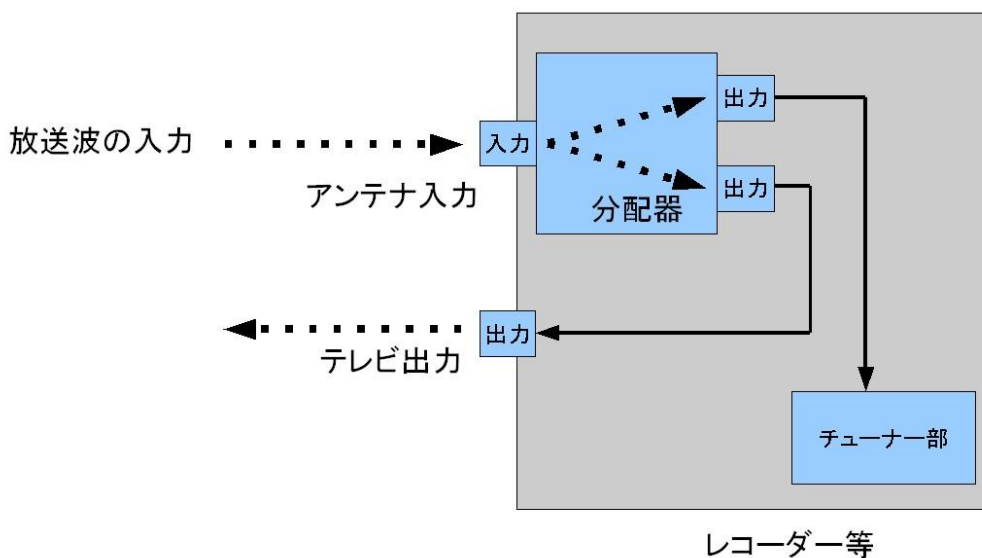



図 3-15 分配器を内蔵したレコーダ

図 3-16 は、分配器を内蔵した機器（レコーダ）3台とテレビの接続例です。4分配器を使用した場合と、機器内蔵の分配器を使用した場合の違いを示しています。

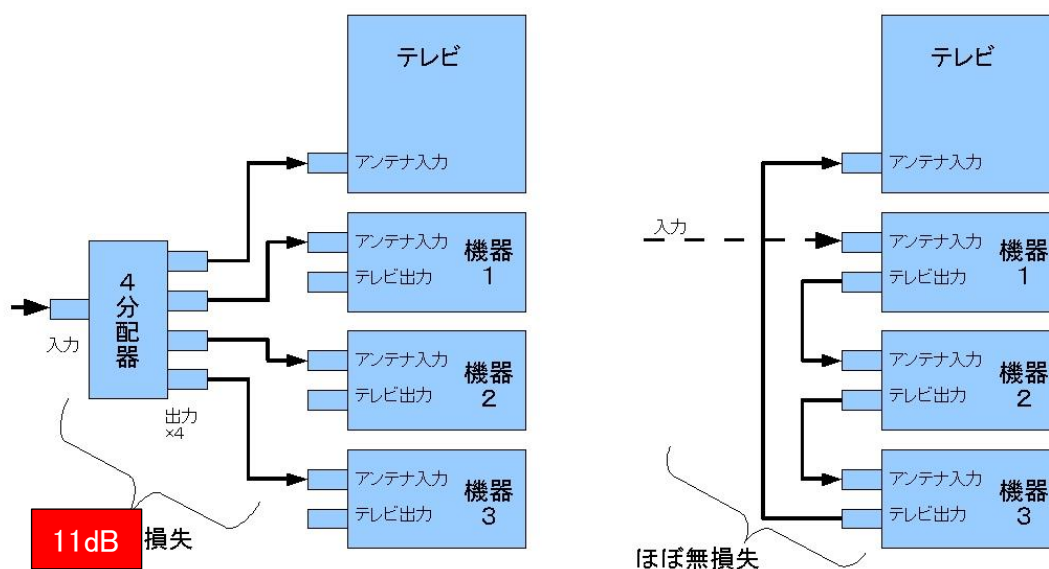



図 3-16 レコーダなどの機器内蔵の分配器を優先して使用する

4分配器を使用した例では、入力をスター型で各機器に分配接続しています。この場合の損失は約 11dB となります。ところが、機器内蔵の分配器を使用すると縦続接続となり、機器内の分配器が無損失分配器であれば、ほぼ無損失で全ての機器に放送波を入力することが出来ます。ただし、一部のレコーダでは、通常の分配器と同様の損失が生じる場合もあります。

また、機器内蔵の分配器と同様に、低ノイズアンプを内蔵した分配器の単品も販売されています。低ノイズアンプを駆動するために、ACアダプタが付属しているのが特長です。分配しても信号レベルがあまり変わりませんので分配数が多い場合に有効です。

図 3-17 低ノイズアンプ内蔵の分配器の例(八木アンテナ製)

3.3.4 分配器の特性の例

図 3-18 は市販されている分配器の特性の一例です。縦軸は損失[dB]を表し、横軸は周波数[MHz]を表します。測定は簡易測定器によるものですので、測定精度による誤差が見られますが、BS-IF の 1318MHz(BS-15ch)において約 5dB の損失があることが分かります。また、高い周波数ほど損失が大きくなる傾向があることもわかります。

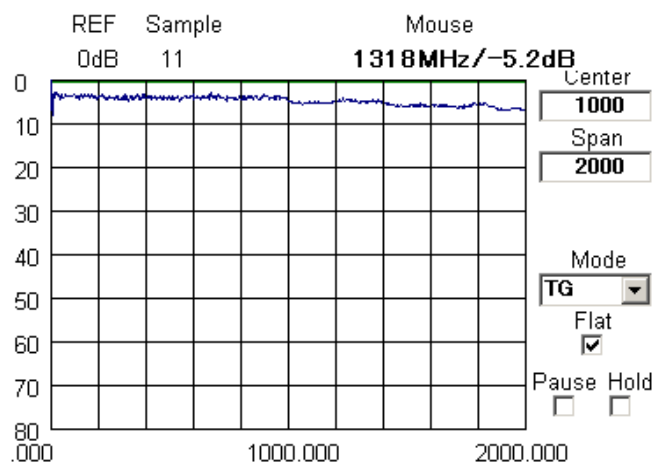



図 3-18 市販されている分配器の特性例

図 3-19 はレコーダに内蔵されている地上デジタル用 UHF と衛星用 BS･CS-IF の分配器の特性例です。地上デジタル用の分配器(a)は UHF 帯が約 2dB 程度と、一般の 2 分配器 4dB よりも低損失であることが分かります。また、BS･CS-IF 用では約 3dB 程度の増幅となっていることが分かります。このように、レコーダ内蔵の分配器は損失が少ない、もしくは増幅される場合もあります。

(a)地上デジタル(UHF)用　(b)BS・CS デジタル用

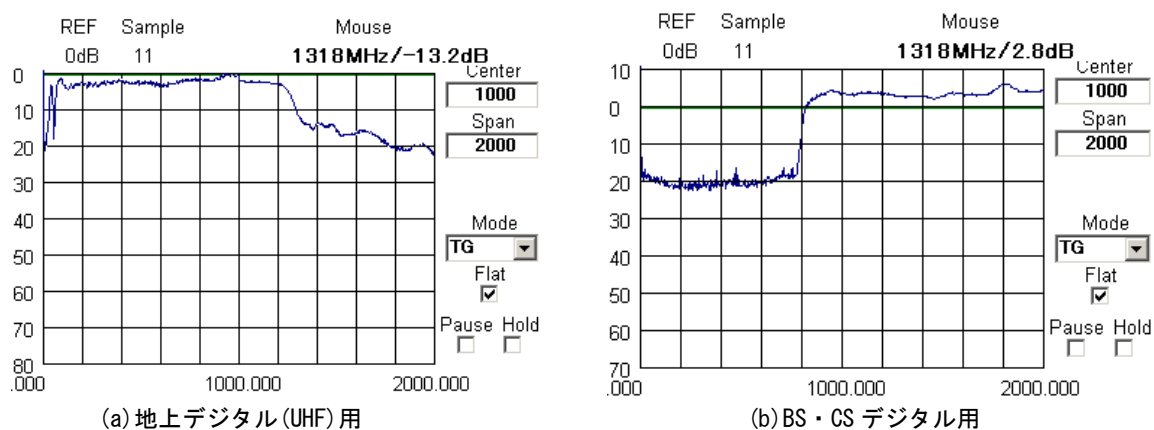



図 3-19 レコーダに内蔵の分配器の特性例

以上の測定結果からも分かるように、分配器を使用するよりも、レコーダ内蔵の分配器を使用したほうが、低損失に分配できる場合があります。したがって、まずはレコーダ内蔵の分配器を利用するのが良いでしょう。

3.3.5 電流通過型分配器

衛星アンテナの尖端にある LNB(BS･CS コンバータ部)は、約 12GHz の衛星からの電波を約 1～2GHz に変換･増幅する電気回路です。その駆動のためには 15V もしくは 11V の直流電源の供給が必要です。テレビやチューナ内蔵の BS･CS アンテナ電源を用いたり、ブースタに付属のブースタ用電源供給器を用いたりして供給しています。

直流電源を供給している途中のアンテナケーブルに分配器を挿入する場合は直流電源を遮らない電流通過型の分配器を使用します。図 3-20 に1系統の電流通過端子をもつ「1端子電流通過型2分配器」を示します。この分配器では、片方の出力端子から入った直流電源を入力端子に出力します。このような分配器を用いることで、テレビやブースタ用電源

供給器から分配器を通過して、衛星用アンテナに直流電源を供給することが出来ます。

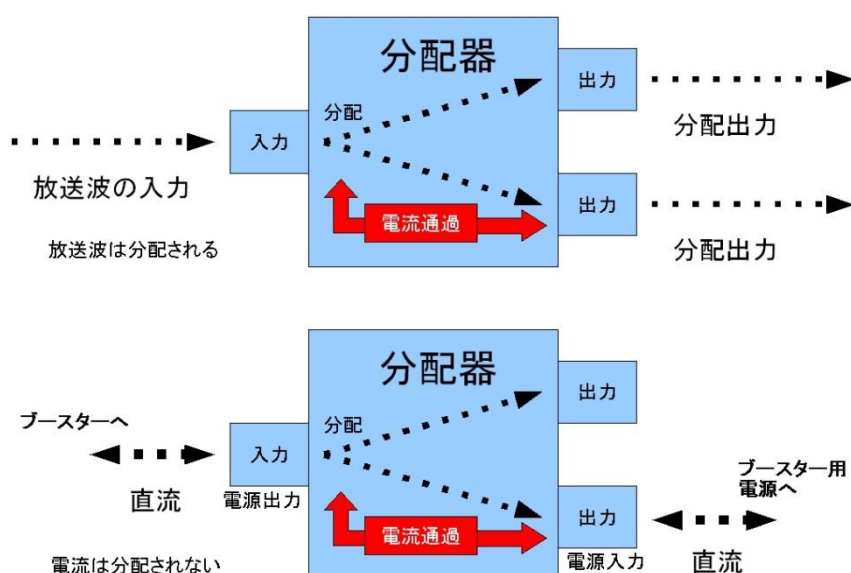



図 3-20 電流通過型分配器の例

図 3-21 に衛星アンテナの直流電源を、直流通過側の分配器に接続したテレビやチューナから供給する一例を示します。テレビBから供給する場合は、テレビBのメニュー操作でBS・CS アンテナ電源を「入」に設定します。また、テレビAは BS・CS アンテナ電源を「切り」に設定します。ブースタ用電源供給器から供給する場合は、テレビCとテレビDの BS・CS アンテナ電源を「切」に設定します。

機器の取り付けや配線を行う際は、放送波の流れる方向と直流電流が流れる方向が反対であることに注意が必要です。また、マンションなどの共同受信の場合は、共同設備側で衛星アンテナの電源を供給しているので、各家庭から供給する必要はありません。

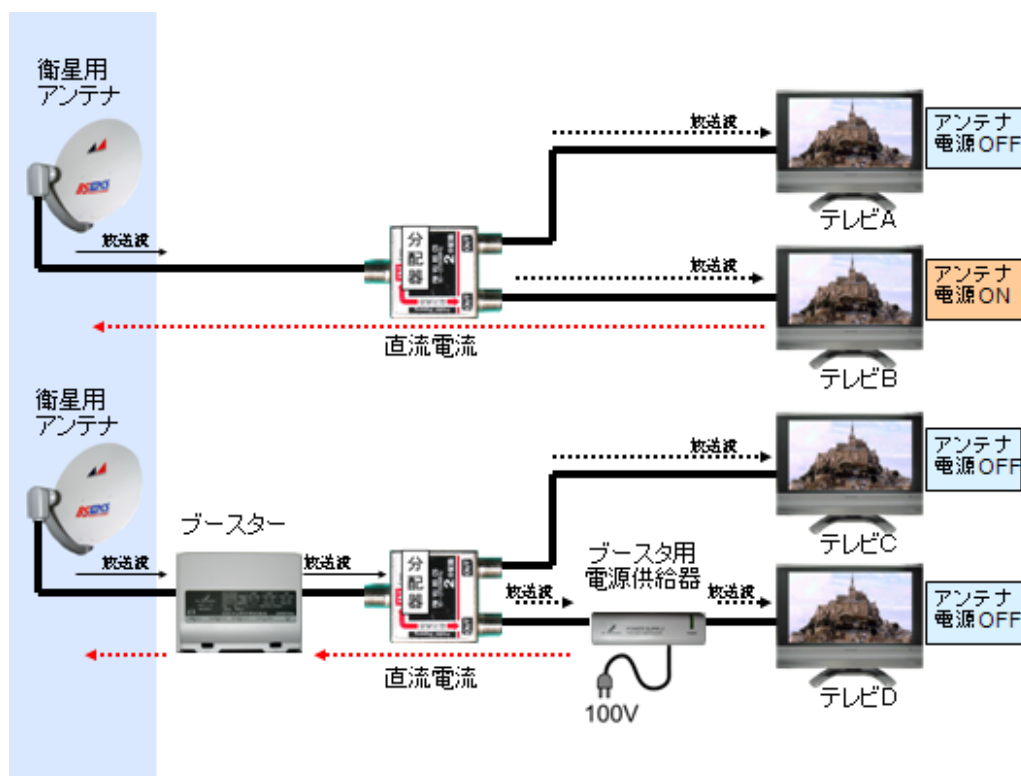



図 3-21 電流通過型分配器の使用例

3.3.6 分岐器、直列ユニットとは

分配器は電力を等分に分配する部品でした。一方、分岐器は電力の一部を取り出すアンテナ部品（アンテナ周辺機器）です。これらの違いを表 3-4 に示します。

表 3-4 分配器と分岐器の違い

部品	作用	損失（BS）の例				主な接続形態
		出力1		出力2		
分配器	等分に分配する	分配	約5dB	分配	約5dB	スター型(根元で分配)
分岐器	一部を取り出す	通過	約3dB	結合	約13dB	バス型(配線途中で分岐)

分岐器は通過側の損失が 3dB 前後の低損失である一方、分岐された出力は 10dB タイプの分岐器で約 11dB(UHF)～13dB(BS)の大きい損失になります。このように分岐器は2種類の損失を持っており、通過側（損失の少ない方）の出力を通過出力、通過出力側の損失を挿入損失と呼んでいます。また、結合側(損失の大きな方)の出力を結合出力、その損失を結合損失と呼びます。結合出力が2出力以上のタイプや結合損失が大きな 20dB タイプなどもあります。

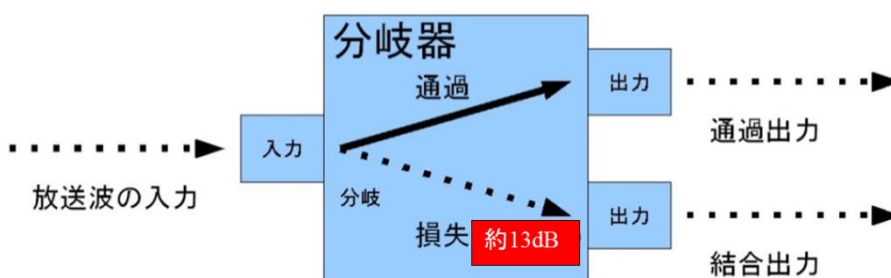



図 3-22 分岐器は通過出力と結合出力をもつ

直列ユニットはテレビコンセント部と分岐器が一体になっているアンテナ部品です。壁面内の入力の一部を分岐して室内に取り出す働きをします。また、壁面内の出力は別の直列ユニットに接続するのに使用します。

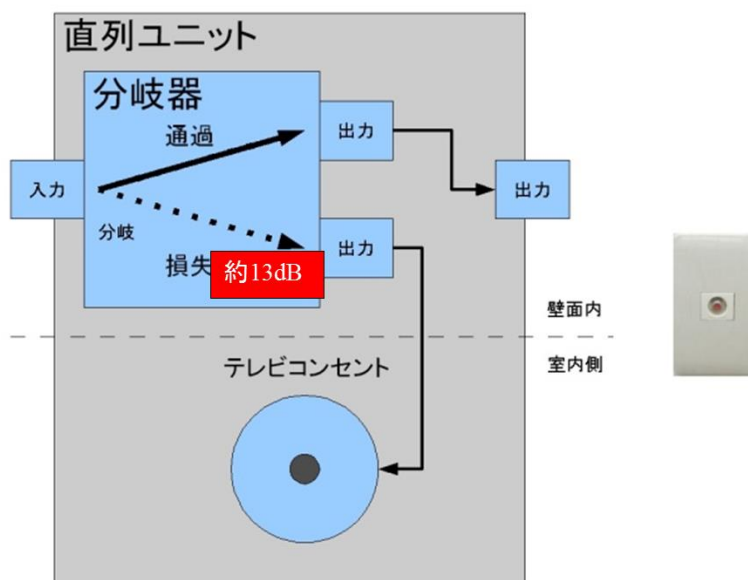



図 3-23 直列ユニット

直列ユニットには中継用と終端用があります。終端用は出力がダミー抵抗で終端されており、壁面内側の出力端子がありません。縦続接続された直列ユニットの最後の室内出力端子として使用します。中継用にダミー抵抗器を取り付けて終端用としても構いません。

3.4　ブースタと混合器

アンテナで受信した放送波はアンテナケーブルや分配器などの損失で弱まってしまいます。これらの損失に備えて予め放送波を増幅しておくためのアンテナ部品（アンテナ周辺機器）がブースタです。

また、衛星デジタル放送と地上デジタル放送の両方の電波を1本のアンテナケーブルに混合する混合器と同じ機能が含まれているブースタもあります。

3.4.1　ブースタとは

ブースタは損失に備えて予め増幅を行うために用いますので、一定の強度以下に弱まってしまった放送波をブースタで増幅しても受信できるようにはなりません。したがって、損失の要因となるアンテナ部品や長いケーブルよりもアンテナに近い箇所に配置する必要があります。

また、ブースタに大きな放送波が入ってきている時に増幅しすぎると、一部のチャンネルが映らなくなったり、場合によっては全てのチャンネルが映らなくなったりする場合があります。このような場合は、ブースタの利得(ゲイン)を低くしたり、ブースタの前にフィルタやアッテネータ(減衰器)を挿入したりします。ブースタにアッテネータ機能が付いている機種もあります。

ブースタの配置や増幅のし過ぎには注意が必要ですが、正しく使用すれば、受信の不具合を改善するための優れた働きをするアンテナ部品の一つです。

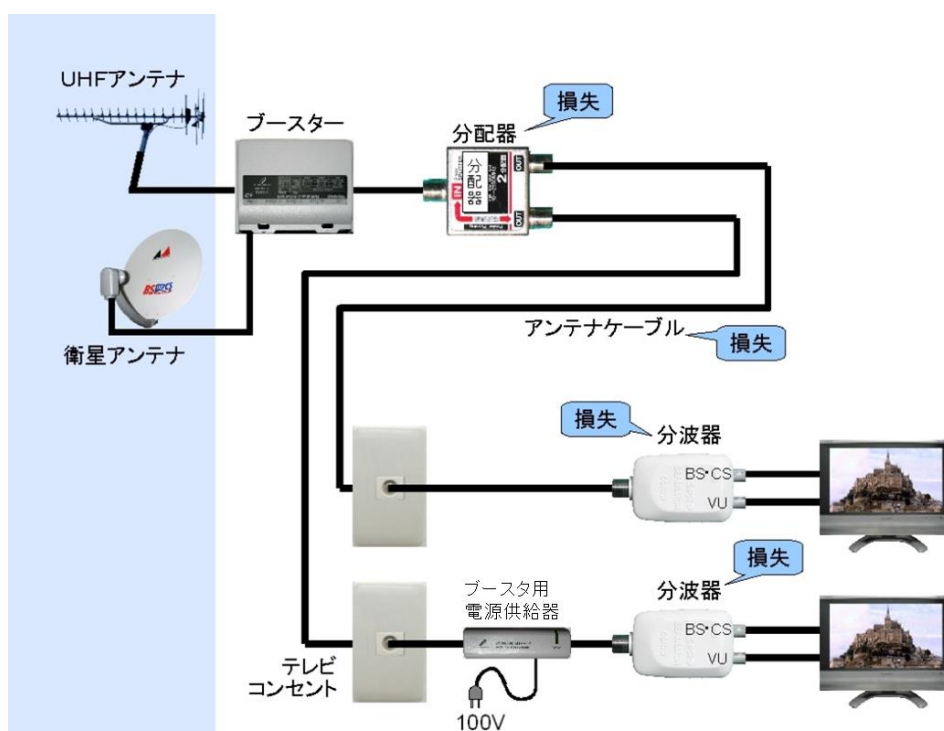



図 3-24 ブースタはアンテナの近くに設置する

ブースタの特性の一例として衛星用ラインブースタの特性例を図 3-25 に示します。横軸は周波数[MHz]を表し、右に行くほど周波数が高くなります。縦軸は利得または損失を表し、上に行くほど利得が高くなります。測定は簡易測定器によるものですが、このブースタの傾向として、UHF の周波数は増幅せずに BS・CS-IF のみを増幅していることが分かります。

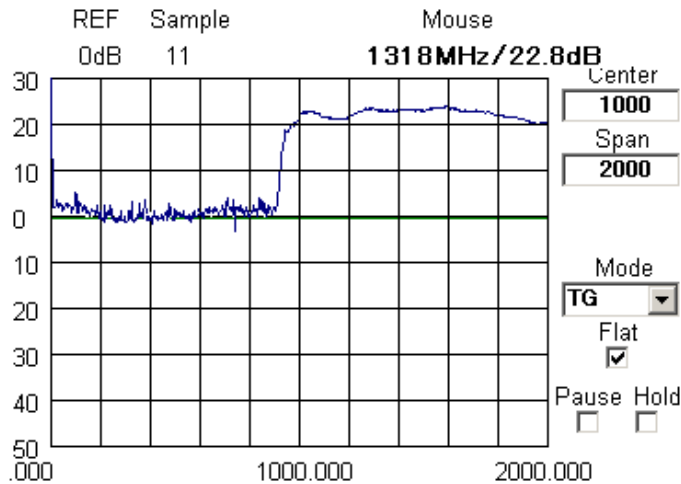



図 3-25 ラインブースタの特性例

3.4.2 ブースタの種類

ブースタには、ラインブースタ、電源分離型ブースタ、電源内蔵型ブースタの3種類があります。さらに、混合器を内蔵しているものと混合機能の無い 2 種類に分かれます。

ラインブースタは主に屋内配線の中継用です。衛星放送のみを増幅する場合などに用いられ、衛星放送の受信対策用として利用しやすいブースタです。

電源分離型ブースタは主にアンテナ直下の屋外に設置する防滴型のブースタです。地上デジタル放送(UHF)と衛星放送(BS・CS-IF)とを混合する混合機能が含まれているタイプが主流ですが、混合機能の無いタイプもあります。

電源内蔵型ブースタは主に、屋内や防滴型スイッチボックス内でアンテナを混合して増幅するために使用します。家庭用では安価な卓上型が用いられます。混合機能の含まれているものと混合機能の無いものがあります。

表 3-5 ブースタ種類の例

種類	混合機能	電源供給	主な設置場所
BS・CS 用ラインブースタ	×	アンテナケーブル	屋内配線の中継
電源分離型ブースタ(混合器内蔵)	○	アンテナケーブル	アンテナ直下
電源分離型ブースタ(混合なし)	×	アンテナケーブル	アンテナ直下
電源内蔵型ブースタ(混合器内蔵)	○	内蔵	屋内での混合
電源内蔵型ブースタ(混合なし)	×	内蔵	屋内での中継用

混合機能の無いブースタは、アンテナケーブルが長いや部屋や機器などの分配数が多い場合に使用します。

混合機能つきのブースタには、多くの場合、地上デジタル放送用の UHF 入力と衛星デジタル放送用の BS・CS-IF 入力の 2 つの入力端子があります(図 3-26 ブースタの混合機能)。また、入力に減衰を与えるアッテネータ機能や利得の可変機能がついている場合は、これらを使用して放送波を増幅しすぎないように調整することが出来ます。

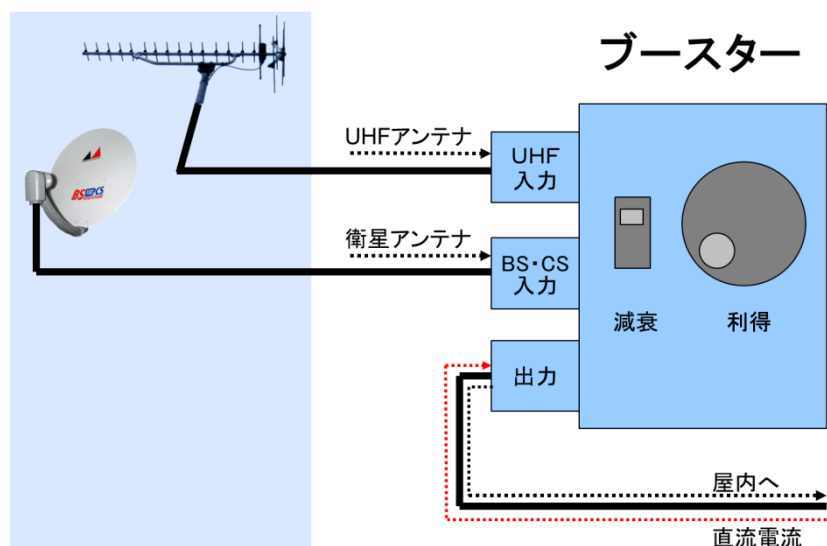



図 3-26 ブースタの混合機能

衛星放送のみを増幅する場合は BS・CS 用のラインブースタが便利です(写真 3-3)。ラインブースタの入力端子側に衛星アンテナを、出力側にテレビやチューナを接続して使用します。電源はテレビやチューナの衛星アンテナ用直流電源などから供給します。湿気や温度変化に弱いので屋内や防滴型スイッチボックス等に収納して使用します。

写真 3-3 BS・CS 用ラインブースタ

電源分離型ブースタは屋外のアンテナ近くに設置するために防滴仕様となっているものが多く、防滴型、屋外型、アンテナ直下型などと呼ばれています(図 3-27 電源分離型ブースタの例)。ブースタ本体はスイッチ類やコネクタ類がカバーされていますので、天井裏や屋外のアンテナマストなど降雨にさらされる場所や湿気の多い場所、温度変化の激しい場所などに設置することが出来ます。もちろん、屋内に設置して使用することも可能です。ただし、電源供給器は防水されていないので、必ず、屋内に設置します。

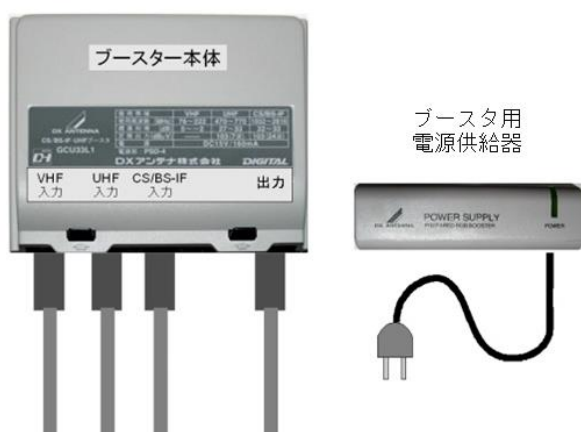



図 3-27 電源分離型ブースタの例

電源内蔵型ブースタには、室内で手軽に使用することが出来る卓上型ブースタや、マンションなどの設備として使用する共同受信用ブースタなどがあります。ブースタ本体に、直接、スイッチ類が取り付けてあります。湿気や温度変化に弱いので、屋外に設置する場合は防滴型スイッチボックスなどに収納する必要があります。

3.4.3 ブースタの電源挿入方法

ブースタへ電源を供給する方法は、ラインブースタ、電源分離型ブースタ、電源内蔵型ブースタで異なります。

ラインブースタの電源は、接続されているテレビやチューナからアンテナケーブルで供給します。もしくは、市販の電源供給器で供給してもかまいません。衛星アンテナにも電源を供給する場合は、放送波の入力側の端子に直流電源を出力する電流通過型のラインブースタを使用します。多くの BS・CS 用ラインブースタが電流通過／非通過をスイッチで切り替えられるようになっています。

電源分離型ブースタへの電源供給には、ブースタに付属している電源供給器を使用します。電源供給器は図 3-28 の②ようにブースタとテレビなどの受信機側のアンテナケーブルの途中に挿入します。

電源内蔵型ブースタの電源は電源内蔵ブースタの AC プラグを AC100V コンセントに接続して供給します。AC100V コンセントへの接続は屋内もしくはスイッチボックス内で行います。スイッチボックス内に AC100V コンセントが無い場合の AC 配線工事には電気工事士の資格が必要ですので、電気工事店に依頼します。

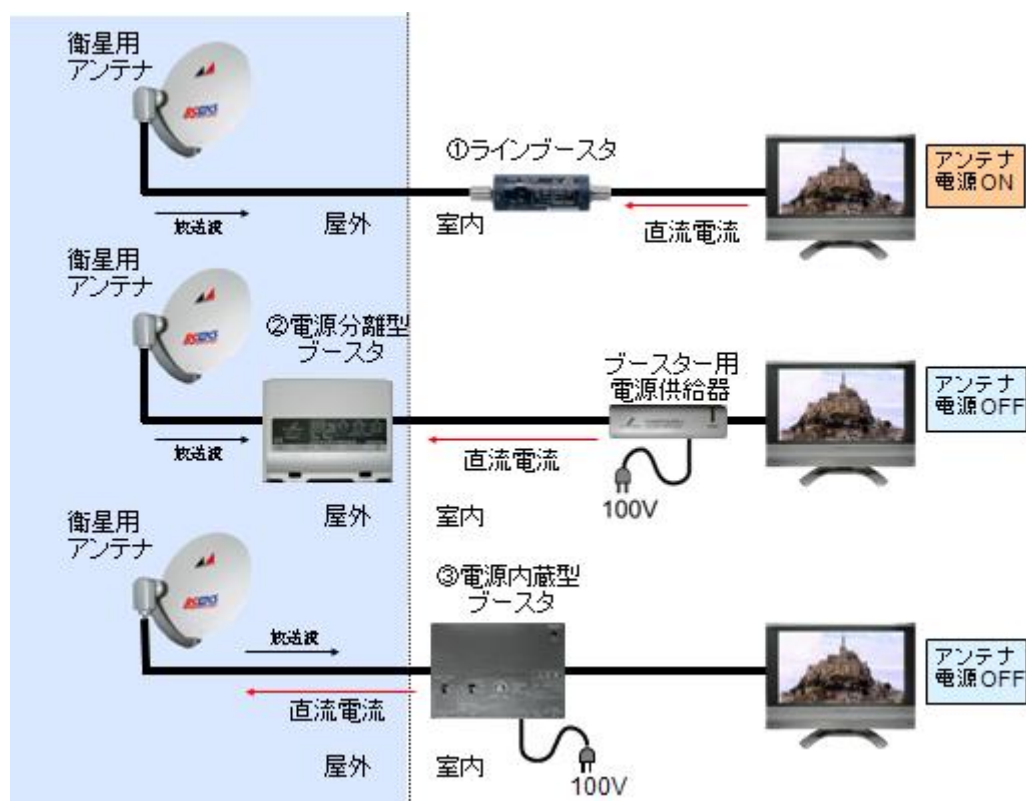



図 3-28 各種ブースタの電源供給方法の違い

なお、アンテナとブースタなどのように複数の機器に電源を供給する場合は、合計の消費電流が電源供給器の最大電流容量を超えないようにします。また、AC100V の工事はもちろんのこと、屋根の上や高所で危険が伴う作業や恒久的に使用する目的での工事につい

ても取り付け不良による落下や漏電などによって人命に係わる危険な事故につながる恐れがありますので、最寄りの電気工事店に依頼してください。

3.4.4 分配損失を補う

ブースタは他のアンテナ部品やアンテナケーブルよりもアンテナ側に設置することで、アンテナ部品などによる放送波の損失を防止することが可能なアンテナ部品です。ここでは、ブースタを用いて、分配器、分岐器などによる損失を補う方法を説明します。

地上デジタル放送のようにアンテナが増幅を行わない場合は、アンテナからブースタ間で発生した損失はブースタで全く改善することが出来ませんので、極力、アンテナの近くにブースタを設置する必要があります。

一方、衛星アンテナの場合は、アンテナの LNB で一段目の増幅を行っているので地上デジタル放送ほどブースタの位置をアンテナに近づける必要はありません。とはいえ大きな損失が発生するアンテナ部品よりもアンテナ側に設置する必要があることには変わりありません。また、衛星放送ではアンテナケーブルやアンテナ部品での損失が地上デジタル放送の UHF よりも大きい点に注意が必要です。例えば、分配器は 2 分配であっても 5dB～8dB の損失がありますので、分配数が多くなるとブースタを挿入する必要が出てきます。

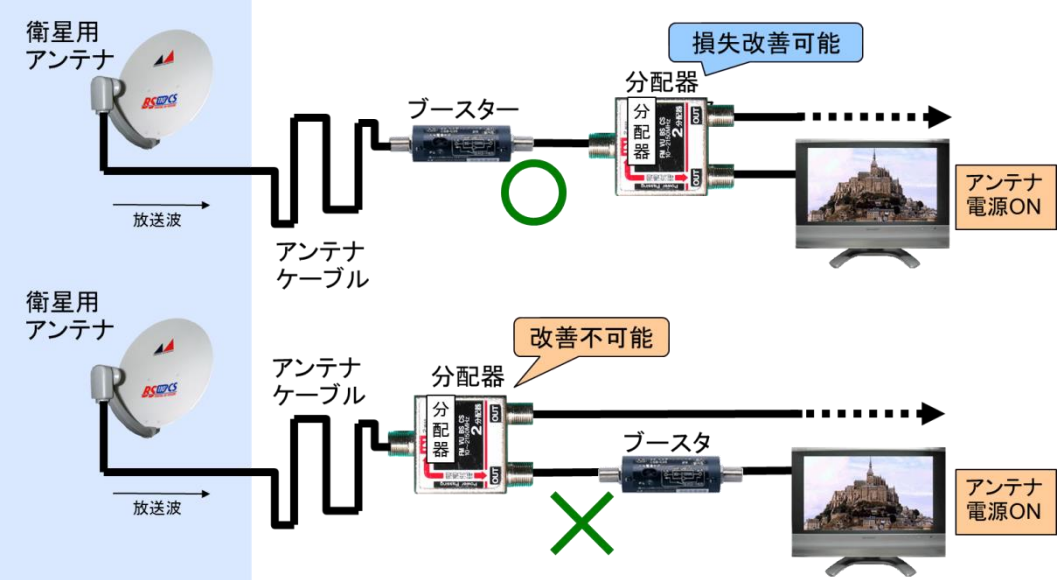



図 3-29 ブースタと分配器の配置関係

表 3-6 分配数が多いほどブースタが必要になる(導入効果がある)

分配器		雑音指数		
分配数	損失	ブースタなし	ブースタあり	改善度
なし	0 dB	0.7 dB	0.7 dB	0.0 dB
2	5 dB	1.0 dB	0.7 dB	0.2 dB
3	9 dB	1.5 dB	0.7 dB	0.7 dB
4	11 dB	1.9 dB	0.7 dB	1.2 dB
5	13 dB	2.5 dB	0.7 dB	1.8 dB
6	14 dB	2.9 dB	0.7 dB	2.2 dB
16	22 dB	7.9 dB	0.8 dB	7.1 dB
	条件：LNB NF=0.6dB,Ga=33dB、ケーブル損失=12dB、ブースタ NF=6dB、Ga=25dB、チューナNF=6dB			

表 3-6 は、ある条件下での分配器の分配数とブースタの有無による改善効果を計算した

ものです。この計算例では、分配器が無い場合はブースタをつけても改善しないのに対し、4 分配している場合には 1.2dB の改善度が得られることが分かります。1.2dB の改善度は少ないように思いがちですが、もともと衛星放送の受信マージンが小さいので、わずか 1dB の改善でも大きな効果が得られる場合があります。例えば、1dB の改善は 45cm タイプのアンテナを 50cm タイプに変更したのと同等の効果が期待できます。また、晴天時には変化なく良好な受信状況であっても降雨マージンの確保につながります。

さらに 5 分配を超えるとブースタによる改善度が明確に増加してゆきます。このように、分配数が多い場合に、分配器よりもアンテナ側にブースタを挿入することで、分配損失を補うことが出来ることが分かります。

3.4.5 ケーブル損失を補う

ケーブル損失とは、アンテナケーブル内で放送波が弱まる損失のことです。10m以上のアンテナケーブルは、同軸ケーブルであっても、無視できない損失が生じます。とくに衛星放送の BS･CS-IF で使われる 1～2GHz の高い周波数ではアンテナケーブルでの減衰が大きいので、ケーブル損失による不具合が発生しやすくなります。

アンテナケーブルの損失を改善するには、下図のように長いアンテナケーブルの途中にラインブースタを挿入したり、アンテナの近くに電源分離型ブースタを挿入したりします。しかし、受信できないレベルに損失してしまってからブースタで増幅しても改善できませんので、テレビの近くにブースタを設置してもアンテナケーブルによる損失は補えません。

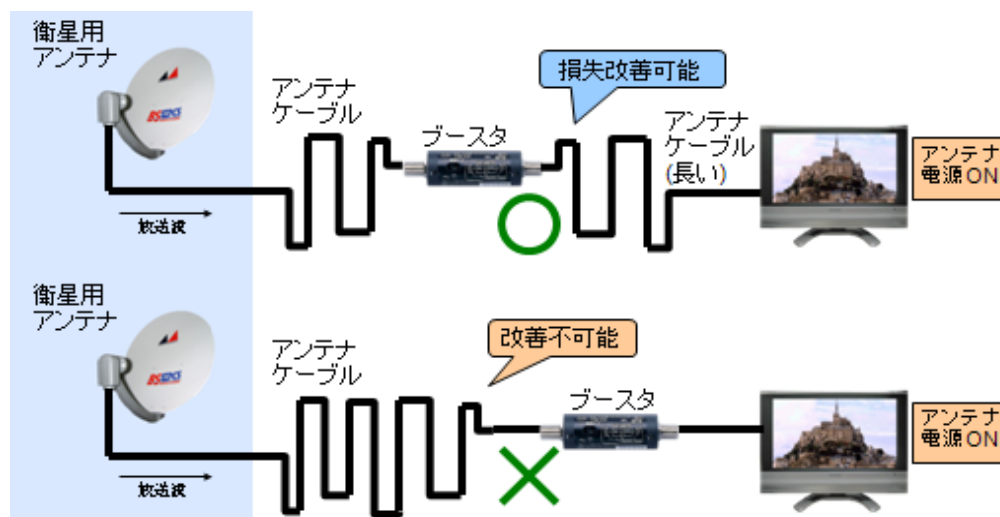



図 3-30 ブースタでケーブル損失を改善可能な場合と不可能な場合の違い

表 3-7 に市販アンテナケーブルの損失の一例を示します。配線長で 10m あたりの損失を示しており、例えば、S-4C-FB アンテナケーブルの 10m での損失が 4.1dBなので、20m で 8.2dB、30m で 12.3dB…となります(2.1.2 節コラム参照)。

このように衛星放送用の BS･CS-IF におけるアンテナケーブル損失は大きいのですが、この損失をブースタによって改善することが可能です。表 3-8 は、ある条件下において、S-4C-FB アンテナケーブルにブースタを追加した場合の改善度の計算結果です。この例ではケーブル長が 20m を超えると効果が見え始めることが分かります。

表 3-7 アンテナケーブル損失の例

品名	型名	ケーブル損失(10m)	
		UHF	BS・CS
低損失 UHF 対応	3C-FV	3.4 dB	ー
低損失 UHF 対応	5C-FV	2.1 dB	ー
低損失 BS 対応	S-4C-FB	2.4 dB	4.1 dB
低損失 BS 対応	S-5C-FB	1.9 dB	3.4 dB

表 3-8 ケーブルが長くなるほどブースタが必要になる(導入効果がある)

ケーブル(S-4C-FB)		雑音指数		
ケーブル長	損失	ブースタなし	ブースタあり	改善度
0 m	0 dB	0.7 dB	0.7 dB	0.0 dB
10 m	4 dB	0.9 dB	0.7 dB	0.2 dB
20 m	8 dB	1.3 dB	0.7 dB	0.6 dB
30 m	12 dB	2.3 dB	0.7 dB	1.5 dB
40 m	16 dB	4.0 dB	0.7 dB	3.3 dB
50 m	21 dB	6.7 dB	0.8 dB	6.0 dB
100 m	41 dB	26.0 dB	3.9 dB	22.1 dB

条件：LNB NF=0.6dB,Ga=33dB、前置ケーブル損失=12dB、ブースタ NF=6dB、Ga=25dB、チューナNF=6dB

ところで、数 10mといった長いケーブルの場合は、低損失のアンテナケーブルに変更することでも、損失を改善することも可能です。しかし、10m 以下の長さでは、ほとんど変化がありません。このため、アンテナコンセントからテレビなどまでといった短い区間に極端に太いケーブルを使用するのは適切ではなく、S-4C-FB などの適度なアンテナケーブルを使用します。

以上で、前節の分配器の損失や本節のケーブル損失をブースタで改善できることが理解いただけたと思います。いずれも放送波が損失する原因となるケーブルや部品の手前、すなわちアンテナ側にブースタを挿入しなければ改善できません。なお、実際の条件によってはブースタを挿入した方が悪化する場合もあります。この場合の多くは次の「ブースタの問題」で説明する強入力によるものです。

3.4.6 ブースタの問題

ブースタなどの増幅器に2波以上の周波数の電波が入ったときに、本来は出ないはずの周波数が出力される場合があります。相互変調は、2つの入力放送波の周波数間隔と同じだけ離れた周波数に妨害波を出力し、妨害波と同じ周波数の放送の受信を妨げます。

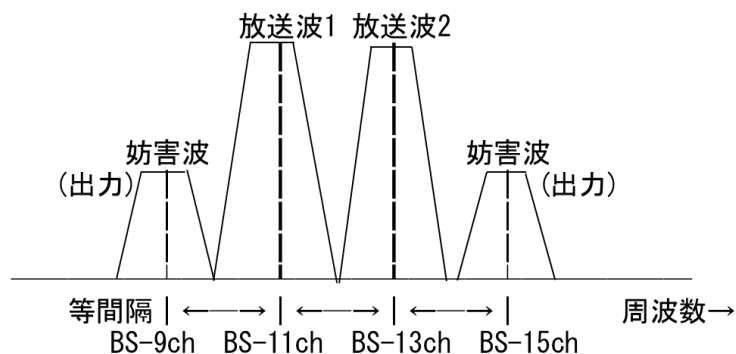



図 3-31 相互変調によってアンプから妨害波が出力される

また、著しく高い電波が混入すると、広い周波数にわたる妨害波が発生して、受信ができなくなってしまう混変調と呼ばれる問題もあります。

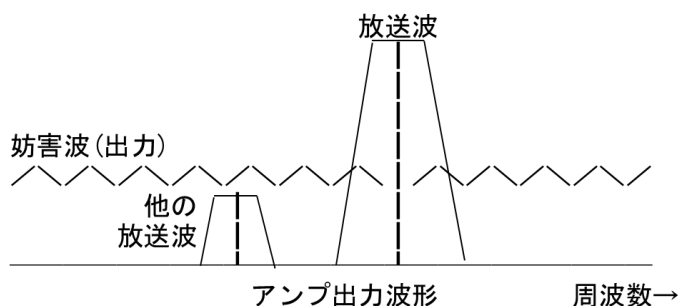



図 3-32 混変調によってアンプから妨害波が出力される

これらの現象はブースタの利得が高すぎて定格出力を超過してしまう場合に発生します。しかし、ブースタの利得を少し下げるだけで発生する妨害波のレベルが大きく下がって正常な動作に戻ります。

したがって、ブースタの利得を少しずつ変化させて最良点を探したり、ブースタとアンテナの間にアッテネータを挿入して電波を減衰させてみたりすることで、対策が可能な場合が多いです。

また、地上デジタル放送のアンテナから衛星放送の中間周波数(BS-IF)帯に妨害波が混入したり、その反対に衛星放送の LNB やブースタの増幅による妨害波が地上デジタル放送の帯域に混入したりして問題が発生する場合もあります。このような場合は、相互の不要な帯域を減衰させる適切なフィルタが内蔵された混合器を使用したり、フィルタを追加したりすることで対策します(p.56 3.4.8 節参照)。

コラム：アンプが歪むとは

ブースタなどの増幅器は、入力レベルを上げると出力レベルも高くなりますが、ある一定の入力以上に出力が上がらない特性をもっています。下図は増幅器の入力と出力の特性を表した入出力特性図です。

図中①の入力レベルがある時に②の出力レベルが得られることを示しています。③の線形特性の領域では入力の増加と同じ比率で出力が増大します。しかし、入力を上げてゆくと、徐々に増加量が低下する④非線形特性の領域に入ります。この領域に入ると⑤の妨害波が出力されるようになります。この妨害波が受信の妨げになります。

非線形領域の位置は、およそブースタの定格出力レベルで決まります。右図は定格出力とブースタ内部で発生する妨害波の一例です。定格出力を超えるとＤＵ比が小さくなり受信できなくなります。しかし、利得調整にて出力を少しでも下げるとＤＵ比は大幅に増大して安定した受信が出来ることが分かります。

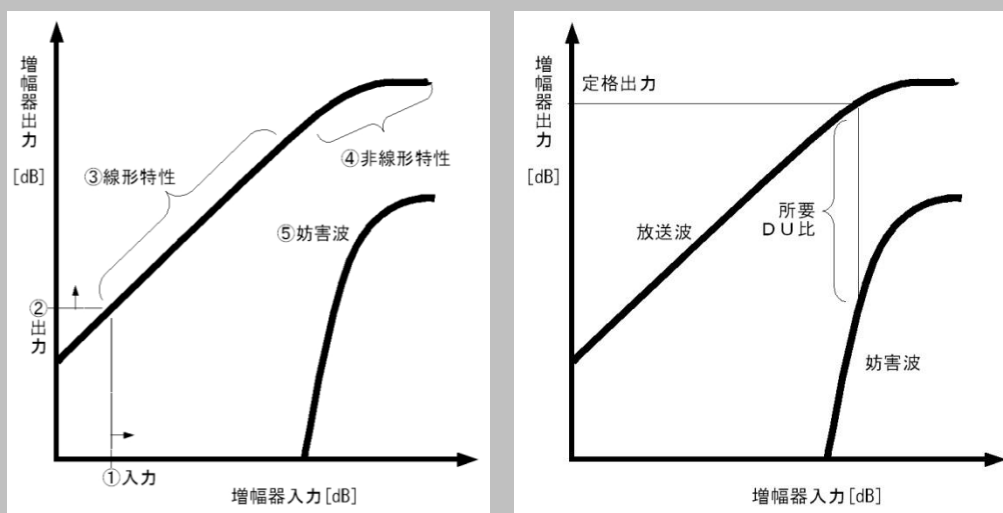



図 3-33 ブースタ・アンプの非線形特性(左図)と **DU** 比(右図)

3.4.7 混合器とは

混合器は、複数のアンテナからのアンテナケーブルを1本にまとめるアンテナ部品で、ミキサーとも呼ばれています。一般的に防滴仕様になっていて、アンテナの近くのアンテナマストやポール等に取り付けられるようになっています。

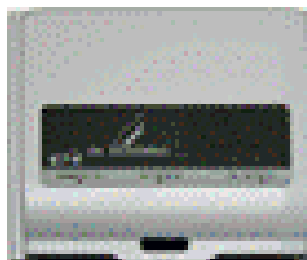



図 3-34 混合器の例

電源分離型のブースタにも混合器の機能が含まれている場合が多く、アンテナからテレビなどの受信機器までの損失が大きい場合は、混合機能つきの電源分離型ブースタを使用します。

しかし、増幅しなくても十分な受信電力が得られる場合は、単体の混合器を使用します。電源が不要なので消費電力が低減できる他、ブースタのような強入力などによる問題が生じない、故障が少ないなどの長所があります。

接続方法は、それぞれ異なるアンテナからのアンテナケーブルを混合器の2つの入力端子に入力し、出力端子を屋内に引き込みます。UHF アンテナ同士を混合する UHF/UHF 混合器と衛星アンテナを混合する BS・CS/UHF 混合器を使用した接続例を図 3-35 に示します。

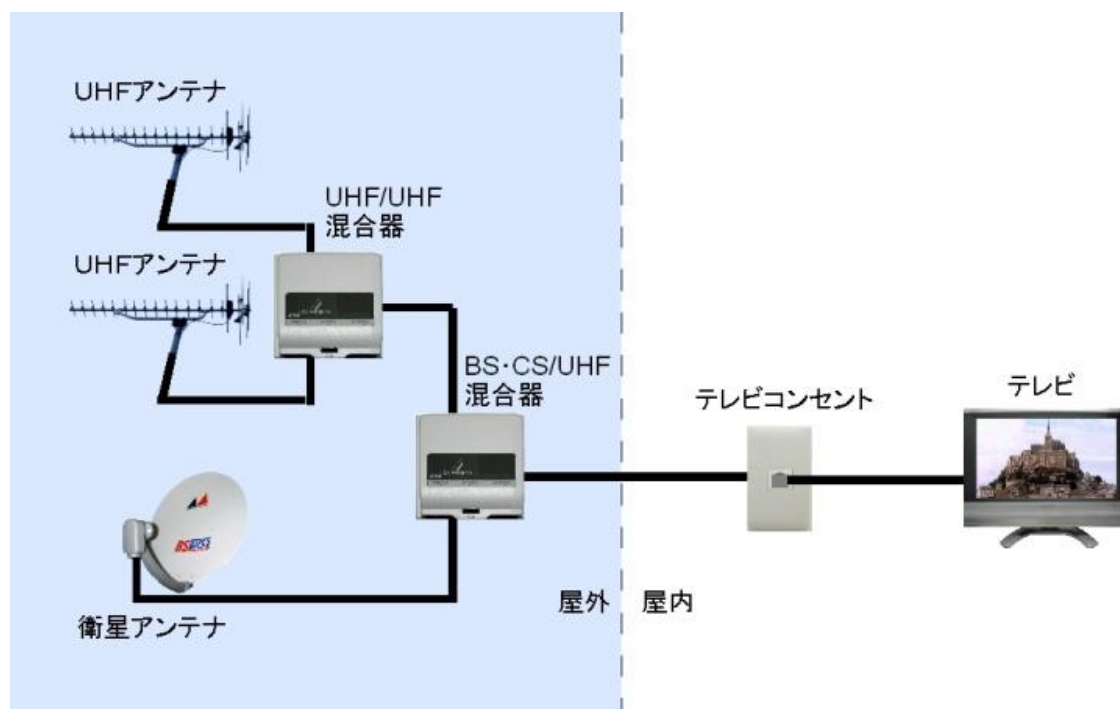



図 3-35 混合器の接続例

3.4.8 混合器の問題

混合器を使用した場合、地上デジタル放送のアンテナが妨害波を受信して衛星放送の周波数帯に混入し、衛星放送の受信を妨げる問題が発生する場合があります。

疑わしい場合は原因を確認するために、地上デジタル放送のアンテナを混合器の入力から取り外して、衛星放送の受信品質が改善されるかどうかを確認します。改善された場合は、地上デジタル放送のアンテナと混合器との間に BS･CS-IF 帯域を減衰させることが出来る UHF 帯のバンドパスフィルタ等を追加挿入して対策します。あるいは、使用する混合器を、UHF 側入力の BS･CS-IF 帯域を十分に減衰させることが可能な混合器に変更します。

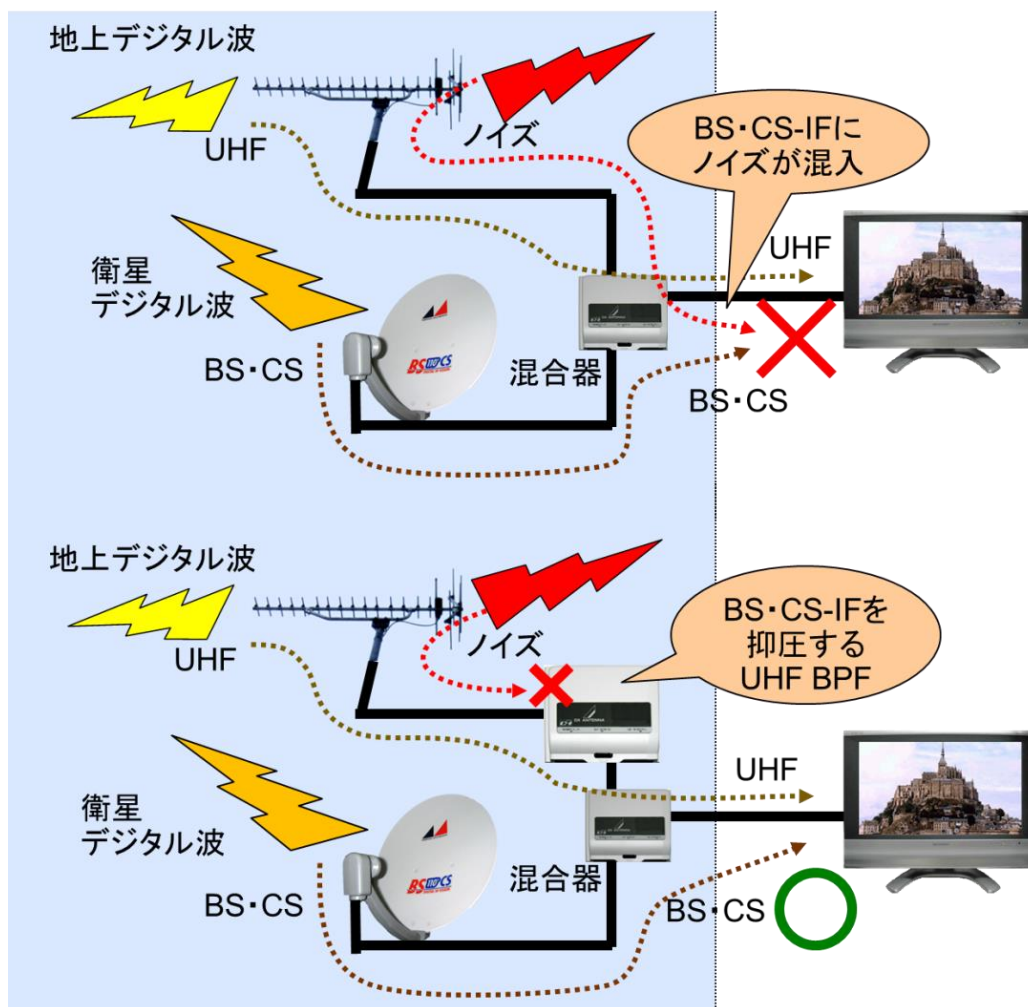



図 3-36 混合器からの不要ノイズの抑圧方法

また、衛星アンテナの LNB やブースタが妨害波を発生して地上デジタル放送の受信を妨げる場合もあります。この場合は、衛星アンテナを外して地上デジタル放送の受信品質が改善されるかどうかを確認します。改善されるようであれば、衛星アンテナと混合器との間に UHF 帯域を減衰させるための BS･CS-IF 帯のバンドパスフィルタ等を追加したり、適切な混合器に交換したりして対策します。

これらのバンドパスフィルタの代わりに、フィルタ入りの混合器の片側をダミー抵抗器で終端して使用しても構いません。

他にも UHF 同士を混合している場合に同じ周波数の電波を異なるアンテナで受信して干渉してしまう問題があります。たとえ同じ送信所からの電波であっても異なるアンテナで受

信すると干渉する場合があります。このような場合は、問題となる周波数を減衰するためのフィルタを使用するか、フィルタ入りの混合器を使用して対策します。

3.4.9 電源挿入器とは

電源挿入器(パワーインジェクタ)はアンテナケーブルに直流電源を挿入するためのアンテナ部品です。似た名称の電源供給器には電源部が含まれていますが、電源挿入器は電源部が含まれていない代わりに電源供給器を接続するための PS-IN 端子が備わっています。したがって、電源挿入器を使用する場合は PS-IN 端子に直流の安定化電源もしくは、電源供給器を図 3-37 のように接続します。

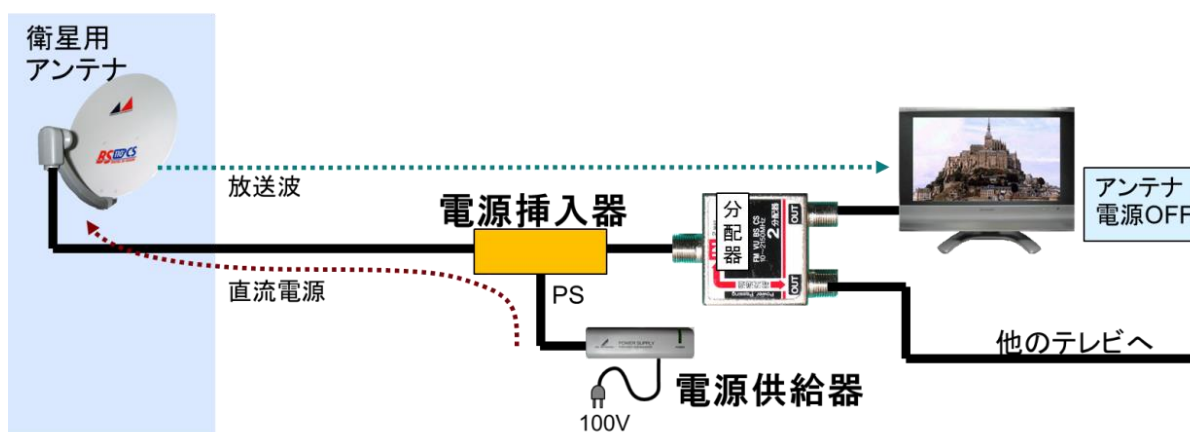



図 3-37 電源挿入器と電源供給器の接続例

電源挿入器を２つ使用して UHF のブースタと衛星用アンテナに直流電源を供給する例を図 3-38 に示します。この例では、片方の電源挿入器を BS 電源取り出し器として使用し、もう片方を地上デジタル放送用のラインブースタへの電源挿入に使用しています。これらの電源挿入器には入出力間の電流通過型のものを使用します。

このような接続によって、UHF ブースタに付属する電源供給器を使用せずに、衛星アンテナ用の電源から UHF のブースタへの供給ができる場合があります。

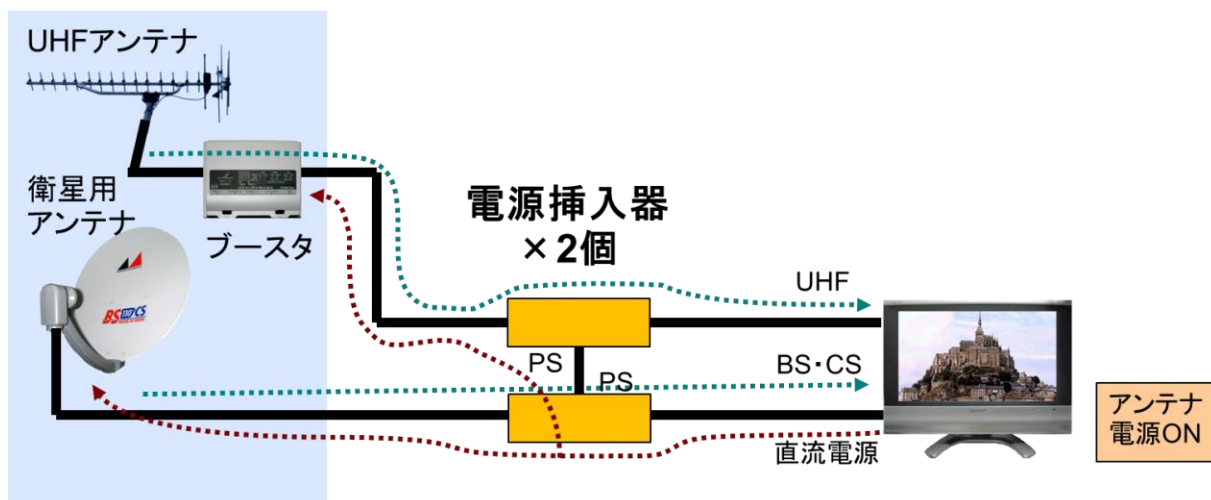



図 3-38 ＢＳ電源取り出し器を使った電源供給方法

4　衛星放送の受信の問題対策

4.1　受信の問題対策

衛星放送が受信できない場合はアンテナの方向を再調整したり、アンテナから受信機までの損失を改善したりして対策します。ここでは、それぞれの方法について説明します。

4.1.1 アンテナの方向調整

衛星放送用のパラボラアンテナは放送衛星の方向に合わせて方位角と仰角を調整する必要があります。設置場所から放送衛星の方向に向かって遮るもの（屋根や壁など、とくに金属やコンクリートなど）があると受信できません。

およその方向は太陽の方向を目安に仮固定しますが、地域によって衛星の方向が異なりますし、太陽の方向も季節によって異なります。したがって、実際にテレビで受信しながらの微調整を行うか、もしくは市販のアンテナレベルチェッカをして最もレベルが高くなる方向に調整する必要があります。

なお、高所の作業をともなう場合や落下すると危険な場所への設置の場合は、必ず電気工事店に調整を依頼してください。

表 4-1 アンテナの方向

放送	方位角	仰角	太陽の方向
BS デジタル放送	約 215～225°	約 30～55°	PM2～3 時
東経 110° CS デジタル放送	約 210～225°	約 30～55°	PM2～3 時
スカパー！HD	約 185～205°	約 35～60°	PM1～2 時

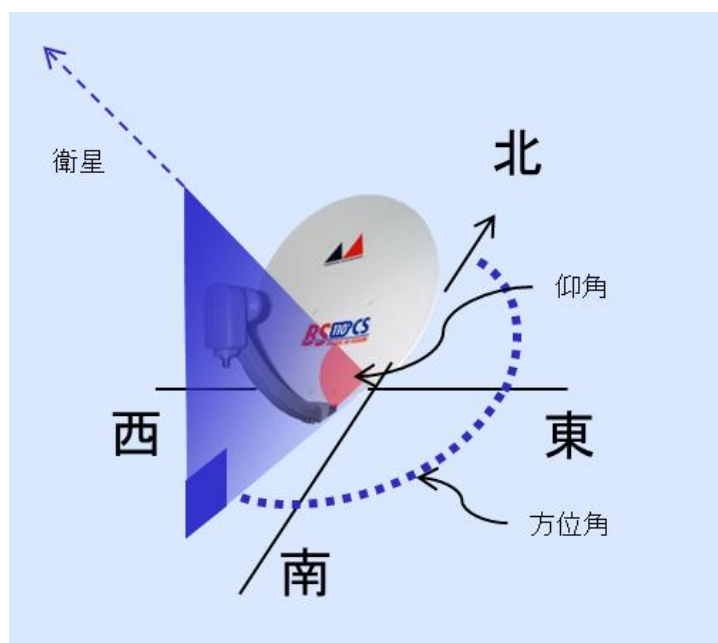



図 4-1 衛星アンテナの方位角と仰角

まずは、テレビで受信したアンテナレベルを表示します(写真 4-1)。例えば、リモコンでBSを選択し、「メニュー」の「本体設定」の「アンテナ設定」などで表示します。ただし、テレビによって方法が異なるので、お手持ちのテレビの取扱説明書を御覧下さい。チャンネルは、一

例として、103(NHKBS プレミアム)や物理チャンネル BS-15 を選択しておきます。
　次にアンテナの仰角の調整を行います。まず、受信する地域にあった仰角の値を調べます。アンテナに付属の説明書を参考にすると良いでしょう。BS デジタル放送の場合、東京で 38°、大阪が 41°、名古屋は 40°です。多くの衛星アンテナの場合は、アンテナに仰角の目盛が書かれていますので、地域にあった仰角に設定します。
　直線偏波アンテナの場合は偏波角の調整も必要です。仰角の調整と同様に、アンテナに付属する説明書を参照し、受信する地域にあった偏波角に設定しておきます。
　仰角と偏波角を合わせた後に行うのは方位角の調整です。表 4-1 の太陽の方向を基準に仮固定した後に、方位角を左右に動かしながら、テレビに表示されるアンテナレベルが最も高くなるように調整します。テレビを見ながらの調整が困難な場合は、アンテナを調整する人とテレビのレベルを確認する人との 2 名で、携帯電話を使用して情報を交換しながら実施します。
　また、多少、レベルが低くても仰角を固定したまま調整した方が良いでしょう。レベルが低すぎて調整が困難な場合は、仰角を少し変更してから方位角の調整を行います。なお、方位角と方位磁石を使って合わせる方法もありますが、その場合であっても微調整は必要です。
　以上の手順で、一度、仰角と偏波角、方位角を決めた後に、再度、仰角を微調整します。この時も、テレビに表示されるアンテナレベルが最も高くなるように調整します。

①アンテナ方向の微調整前の TV 画面の例　　②アンテナ方向の微調整後の TV 画面の例

写真 4-1 アンテナ方向の調整画面の表示例

　アンテナレベルチェッカ(家庭用 BS/UHF チェッカー)はアンテナの方向を調整するための簡易的な測定器です(写真 4-2)。BS もしくは UHF アンテナで受信した放送波のレベルをLEDの点灯数で表示することができます。アンテナを調整しながら手元で確認できるので一人でも作業が可能です。ただし、表示レベルは全チャンネル合計の受信電力に基づいているので、個々の放送波のレベルや、後述の CN 値は測定できません。なお、BS 測定時はテレビやチューナなどからの直流電源の供給が必要です。

写真 4-2 アンテナレベルチェッカの例(日本アンテナ製 NL30S)

4.1.2 アンテナレベル表示

写真 4-3 のような衛星放送のアンテナレベル（受信強度）を表示する機能が多くのテレビに搭載されています。このレベルは放送波の受信電力では無く、放送波の品質を表すCN値（後述）に基づいて表示されています。通常はアンテナレベルが高いほど受信品質も高くなります。

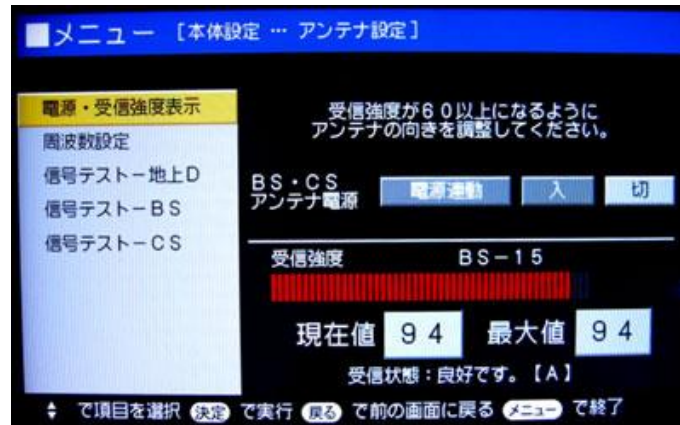



写真 4-3 受信強度表示の例

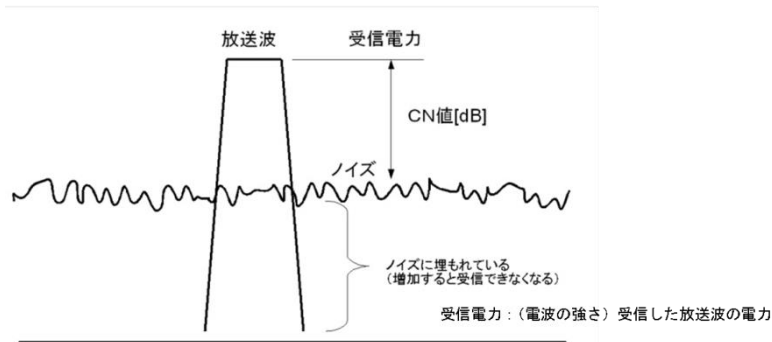
アンテナレベル表示が放送波の受信電力で無い理由は、放送波が LNB(BS・CS コンバータ)で増幅されるのでテレビは正しい受信電力を測定することが出来ないからです。

CN 値とは、

図 4-2 のように受信電力とノイズレベルの差を単位「dB」で表した指標です。同じ受信電力であってもノイズが増加すると CN 値が下がり受信できなくなります。

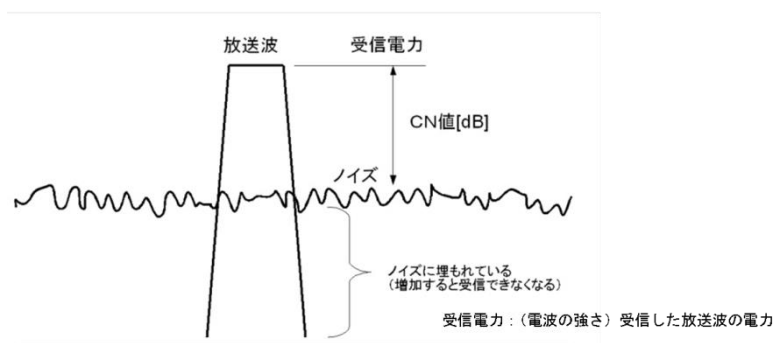



図 4-2 放送波の品質を表す CN 値

BS デジタルや東経 110°CS デジタル放送では、ARIB の標準規格の中で「CN 値 11dB の条件下で受信劣化なく受信できること」が望ましい受信機の要件となっています（参考文献：電波産業会 デジタル放送用受信装置 標準規格 ARIB STD-B21

5.0 版）。一般的に販売されているテレビやチューナはこの要件を満たすように設計されていますので、11dB 以上の CN 値の放送波を入力すれば受信できます。

したがって、現在、受信している放送波の CN 値が分かれば、あと何 dB の改善を行えば受信可能かどうかや、降雨マージン（降雨減衰に対して何 dB の余裕があるのか）といった具体的な目標や仕様が定量的に分かるようになります。

一部のテレビには、受信状況を示す「FEM 情報表示」機能がサービスマン向けに装備されており、リモコンからの簡単な操作で CN 値を表示することが出来ます。本書では具体的な表示方法は紹介していませんが、インターネット上などで知れ渡っているので、表示内容等をキーワードとして検索すれば見つかると思います。

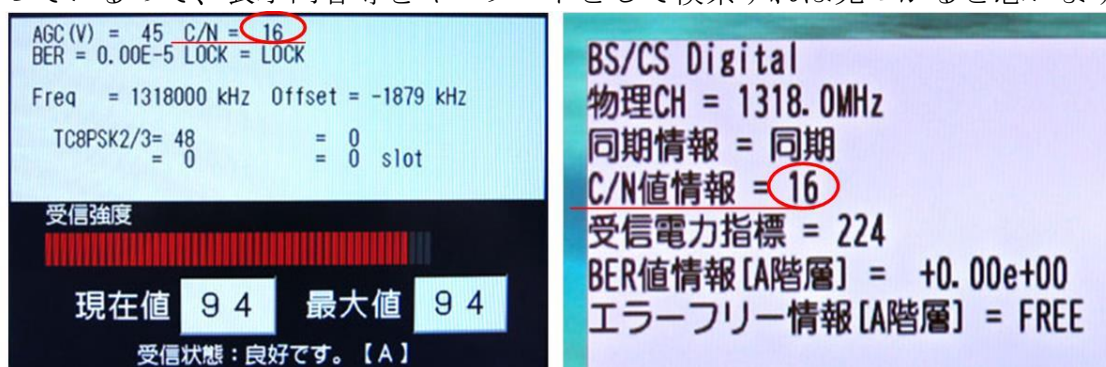



写真 4-4 FEM情報表示に含まれるCN値の一例(左=テレビ AQ、右=テレビ VI)

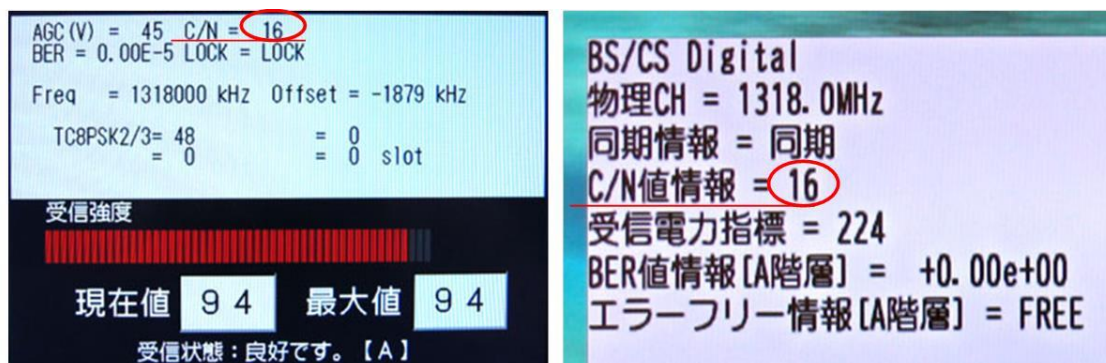



写真 4-4 は、2 社のテレビの FEM 情報を示した例です。これらの例では、受信品質を示すＣＮ値が、両テレビともに 16dB であることが分かります。したがって規格要件の 11dB 以上の CN 値を確保しつつ、さらに 5dB のマージンがあることが分かります。また、晴天時に測定したので、5dB のマージンは降雨減衰に対する降雨マージンとなります。通常の降雨では全く問題ありませんが、局地的な豪雨では映像が乱れることがあるかもしれません。

コラム：パラボラアンテナを汚れや豪雪などから保護する方法

パラボラアンテナは屋外で使用するために防滴仕様になっています。しかし、パラボラアンテナを豪雪、塩害、黄砂などにさらしたくない等の理由で軒下や屋内、ケース内に設置する場合があります。

軒下や屋内に設置する場合は電波の通り道を確保する必要があります。アンテナから衛星に向かってアンテナの反射板の大きさ以上の開口部（電波の通り道）を確保することで、減衰することなく電波が到達します。

しかし開口部が無かったりケース等で覆ったりすると電波の通り道が遮られて到達しにくくなります。とくに金属は薄くても電波を反射しますのでアンテナに電波が到達しなくなります。金属ワイヤーの混入したガラスや鉄筋の入ったコンクリートも同様です。プラスチック、ガラス、コンクリート、石などは電波を減衰させますが、薄い場合は一部が透過して受信できる場合があります。しかし、厚みが増すほど減衰量も増加して受信できなくなります。プラスチックやガラスの場合、数ミリ以内のものが良いでしょう。また、同じ厚みの材料でも誘電率が高くなるほど減衰量も増加します。誘電率は高いほど質量も増える場合が多いので、傾向的には重い材質ほど減衰量が大きいと考えることが出来ます。コンクリートや石などは誘電率が高い上に厚みもある場合が多いので電波が透過しにくく受信できない場合が多いでしょう。

木材や段ボール、紙類、布類を使用する場合は軽い素材を使用する方が電波を透過させやすい傾向があります。ただし、これらの材質は水分を含んでいるために水分による減衰が生じます。しかも湿気や降雨によって材質が吸湿してしまうと減衰が大きくなりますので塗装などによる防湿が必要です。

なお、どのような材料であっても電波の通り道を遮ると減衰が発生して降雨マージン(3.1.8 節)が減り、雨天時に受信できなくなる頻度が高くなります。したがって、よほどの汚れや豪雪が起こらない限りは、電波の通り道に空洞の開口部を確保できるように設置します。

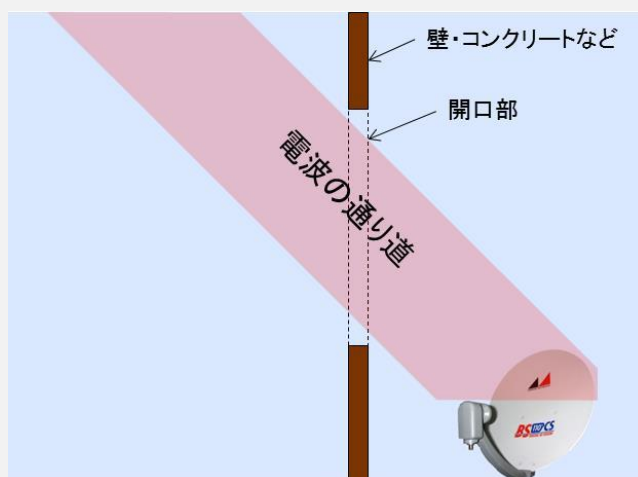



図 4-3 電波の通り道を開口すれば減衰することなく受信できる

4.2 問題箇所の特定手順

うまく受信できない場合はアンテナの不具合と思いがちですが、まずは衛星アンテナ用電源の設定は適切であるかどうかや、国内の衛星放送の場合はテレビやチューナに B-CAS カードが挿入されているかどうかを確認します。また、ブースタ等を使用している場合はパイロットランプ(P.L)が正しく点灯しているかどうかも確認します。パイロットランプが点灯しない場合は直流電源が正しく供給されていない可能性があります(p.50 3.4.4 節参照)。

受信品質が適切でない場合の原因も室内の配線から疑ってみます。原因を特定するために室内の配線ケーブルを直接、テレビやチューナに接続してみてください(p.22 2.2.1 節参照)。改善が見られた場合は、室内のアンテナ部品で対策が可能であることが分かります。

室内の問題である場合、分波器を使用すべき部分に分配器を使用していたり(p.37 3.2.1 節)、不要な分配(p.40 3.3.1 節)を行ったりしていないかどうかを確認します。また、BS・CS 対応のアンテナケーブルやアンテナ部品を使用しているかどうかも確認します(p.14 2.1.2 節)。これらが正しいにも関わらず受信品質が向上しない場合は、BS・CS 用ラインブースタを挿入することを検討します。

ラインブースタ挿入を検討する目安は、20m を超えるアンテナケーブルを使用していたり、4分配以上の分配器を使用していたりする場合です。ラインブースタの挿入位置は損失が

発生するよりもアンテナに近い側です。BS・CS ラインブースタについては、無理にアンテナに近づけなくても適度な効果が得られる場合があります。(p.51 3.4.4～3.4.5 節参照)
　ブースタを使用した場合、ブースタに強い入力が入って受信できなくなる場合があります。この場合は、ブースタの利得を下げて対策します(p.53 3.4.6 節参照)。
　自分でアンテナを設置した場合は、アンテナの方向がずれている可能性があります。その場合は、方向を微調整して対策します(p.58 4.1.1 節参照)。
　混合器を使用している場合は、片方のアンテナを取り外して原因を特定し、適切な混合器を使用したりフィルタを追加したりして対策します(p.56 3.4.8 節参照)。
　なお、必要な改善度や改善効果を確認するためには、アンテナレベル表示(p.60 4.1.2 節)などを用いて、アンテナレベルや CN 値の変化で確認します。

　以上を確認しても受信できない場合は、アンテナから順に信号レベルを確認して問題が発生している場所を特定します(図 4-4 受信の問題箇所の特定方法)。特定した場所に応じてアンテナケーブルやアンテナ部品を交換したり、ラインブースタや電源分離型ブースタなどを挿入したりする検討を行います。なお、アンテナレベルチェッカを使用すると、より簡単に確認できますが安価なレベルチェッカは受信電力のみを示しており、CN 値が悪化していても確認できない欠点があるので、CN 値の悪化がないかどうかを考慮しておく必要があります。

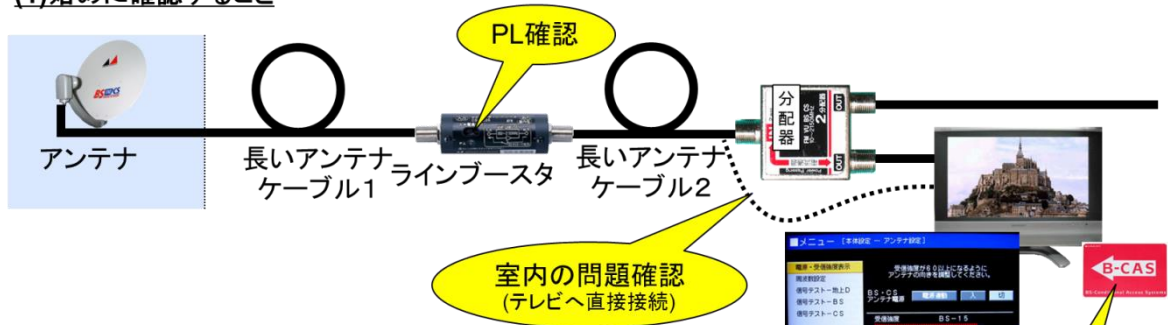



図 4-4 受信の問題箇所の特定方法

4.3　その他の受信対策用アンテナ部品（アンテナ周辺機器）

3 章では、パラボラアンテナ、分波器、分配器、ブースタといったアンテナ部品について説明しました。ここでは、これら以外に受信対策用として必要なアンテナ部品である、アッテネータ、ダミー抵抗器、バンドパスフィルタ、ノッチフィルタについて、それぞれの使い方を簡単に説明します。

4.3.1 アッテネータ

衛星デジタル放送が受信できない場合、受信レベルが不足している場合が多いですが、受信レベルが高すぎても受信が出来なくなります。しかも、テレビの受信レベル表示は低く表示される場合が多いので、ブースタの増幅度が足りないと勘違いしやすい問題もあります。

このような場合には、テレビのアンテナ入力の手前やブースタの入力側に電流通電型のアッテネータを挿入します(図 4-5)。アッテネータは減衰量の違いで、3dB、6dB、10dB など、何種類かが市販されています。衛星放送では、6dB 程度の減衰量のアッテネータを使って確認してみると良いでしょう。10dB を超えるようなアッテネータを使う必要は少ないと思います。なお、BS･CS で使用する場合は電流通過型を使用します。

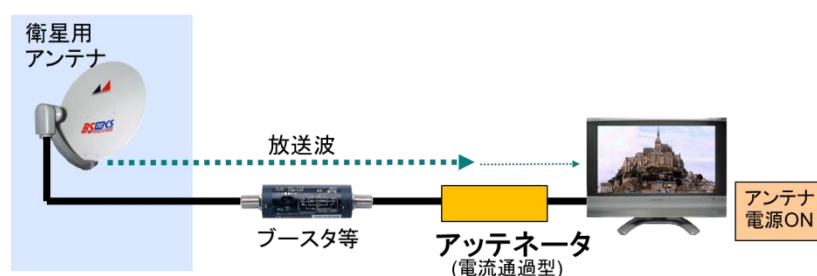



図 4-5 入力レベルが高すぎる場合はアッテネータを追加する

4.3.2 ダミー抵抗器

ダミー抵抗器は、分配器に空き端子が出来てしまった時に空き端子に接続するアンテナ部品です(p.41 3.3.2 節参照)。ダミーロード、擬似負荷、ターミネーター、終端器などとも呼んでいます。BS･CS で使用する場合は電流カット型が安心です。また、なるべく分配数を少なくしたりレコーダに内蔵された分配器を使用したりする方が分配器による損失を低減することができます。

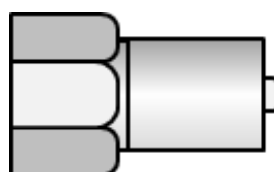



図 4-6 ダミー抵抗器

4.3.3 バンドバスフィルタ

特定の必要な周波数帯の放送波を通過させて、その他の不要な周波数の電波を弱める働きをもつのがバンドパスフィルタです。

例えば、衛星アンテナと地上デジタルのアンテナを混合すると、地上デジタルのアンテナから BS･CS-IF 周波数帯にノイズが混入する場合があります(p.56 3.4.8 節参照)。このような場合に地上デジタルのアンテナ側に BS･CS-IF 帯を減衰させる UHF バンドパスフィルタを挿入します。

反対に衛星アンテナのノイズが地上デジタル側に混入する場合は、衛星アンテナ側に BS･CS-IF バンドパスフィルタを挿入します。

バンドパスフィルタは高価ですが、分波器や混合器にダミー抵抗を取り付けることで安価な簡易フィルタとして使用することも可能です。例えば、BS･CS-IF バンドパスフィルタであれば、BS／UHF 混合器の UHF 側にダミー抵抗器を取り付けて代用することが出来ます。

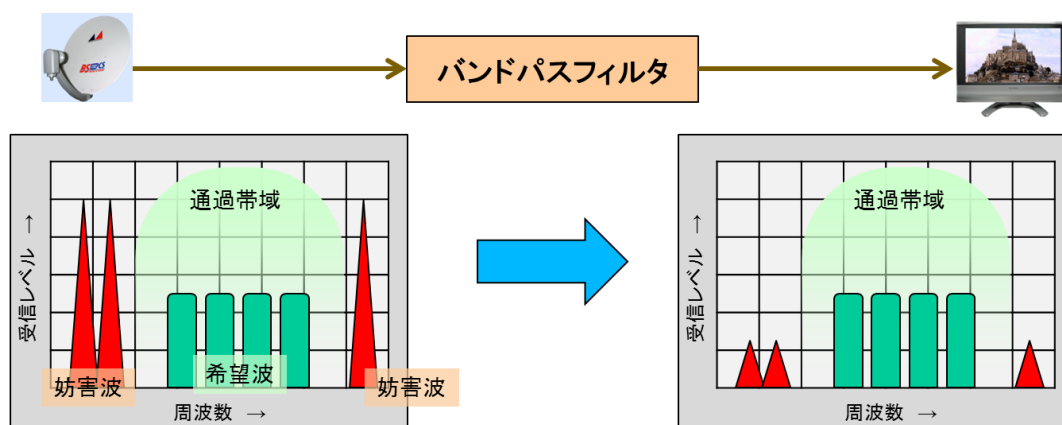



図 4-7 バンドパスフィルタ

4.3.4 ノッチフィルタ

ノッチフィルタはバンドパスフィルタの反対の特性をもっており、特定の不要な周波数に損失を与えるアンテナ部品です。主に複数の UHF アンテナを混合する際に、干渉を防止するために用います。阻止周波数が固定のタイプと可変のタイプがあります。どちらもアンテナ部品としては高価ですが、特定の地域用に設計されたノッチフィルタや混合器であれば、比較的、安価です。

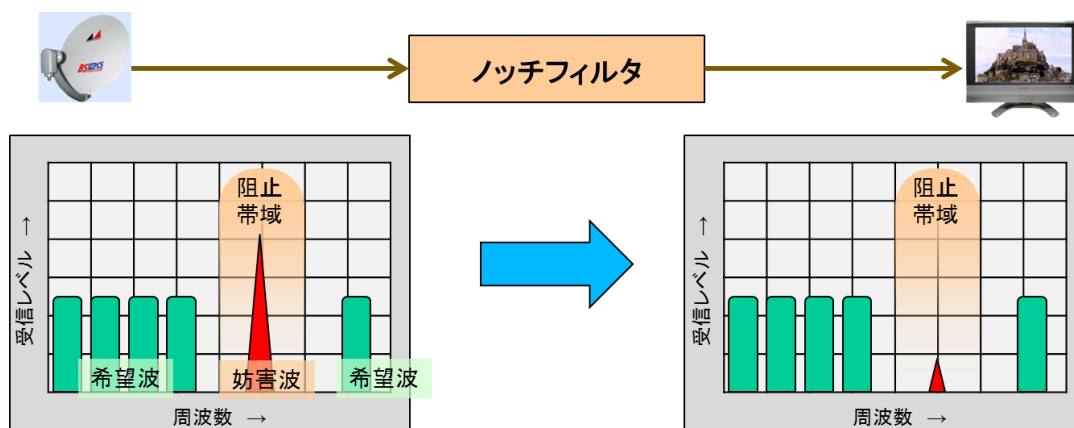



図 4-8 ノッチフィルタ

4.4　アンテナケーブルの F 型接栓加工方法

　アンテナケーブルを他の機器に接続するためには、アンテナケーブルの端にF型接栓を取り付ける必要があります(写真 4-5)。この接栓部は、衛星放送の BS・CS-IF のアンテナケーブルで不具合が発生しやすい場所の一つです。
　ここでは正しい接栓の加工方法を説明しますが、接栓のメーカーや型番によって若干の違いがあります。したがって、説明書が付属している場合はそちらに従ってください。

写真 4-5 F 型接栓と接栓用パーツ

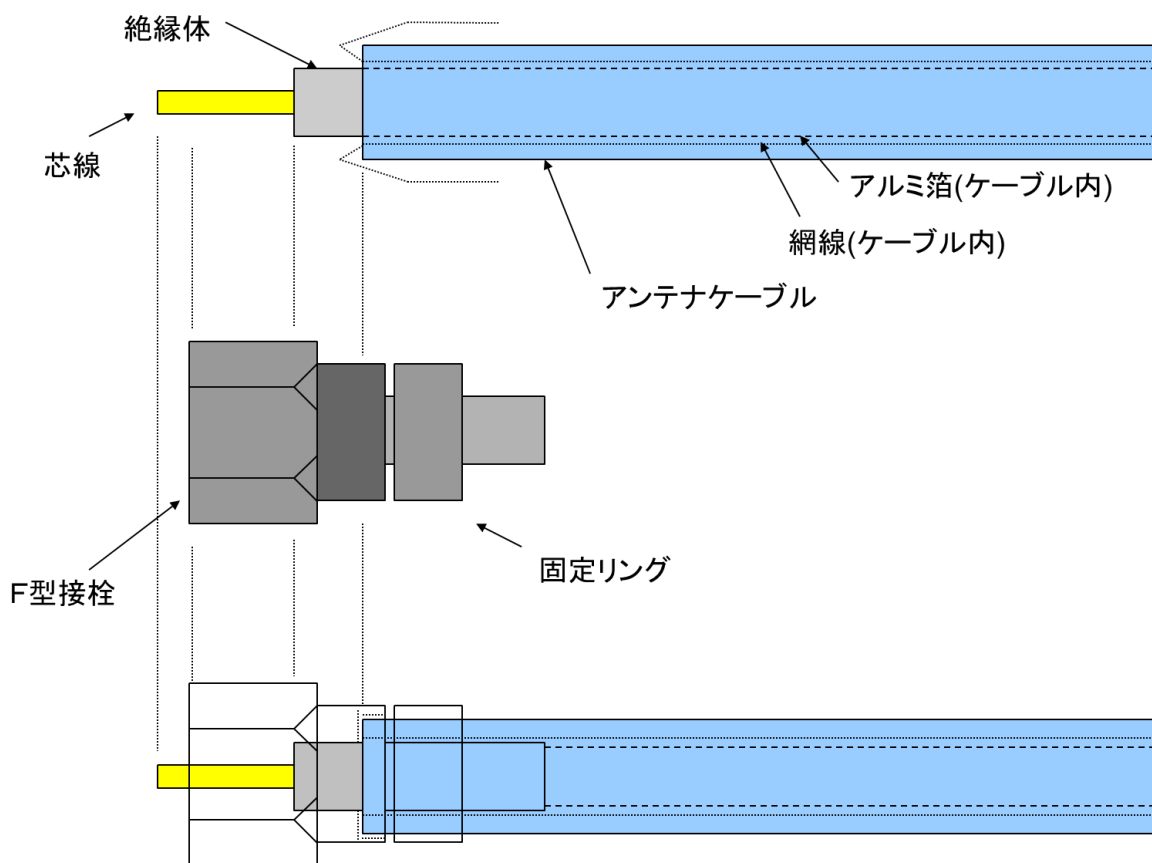



図 4-9 F 型接栓の構造図

　写真 4-7 にF型接栓の製作の手順を示します。準備するものは、①に示すように、アンテナケーブル、F型接栓と専用のリング、熱収縮チューブです。熱収縮チューブは熱を加えると収縮する絶縁チューブです。ここでは、網線がはみ出すのを防ぐために使用していますが、銅線がはみ出さないように加工できる場合は不要です。
　あらかじめ熱収縮チューブとリングをケーブルに通しておきます(②)。F型接栓を取り付

けた後からでは通せない場合があるので、忘れないように注意が必要です。
　次に、アンテナケーブルのビニール被覆を剥きます。カッターナイフなどで、③のように
ケーブルに切込みを入れてからめくると④のように綺麗に剥けます。剥ぐ部分の長さは、加
工後に芯線が接栓の端から、少し飛び出るくらいの長さにします。接栓の端に丁度合うよう
にしていても、加工中に少しずつ寸法が合わなくなることがあるので、加工後に余った芯線
を切る余分を設けておくためです。
　内部の網線は、⑤のように一度折り返し、また、内部の絶縁物の一部を剥きます（⑥）。S-4C-FB など「B」の文字が入るケーブルは、絶縁物にアルミ箔が巻かれていますので、芯線
に接触しない程度にアルミ箔も剥いておきます。そして、ここまで加工したケーブルのアルミ
箔と網腺との間に接栓を差し込みます（⑦）。この後、余分な網線を切り落とします（⑧）。
　接栓を差し込む前に網線を切り落とすことで、熱収縮ケーブルが無くても、網線がはみ出
ないように加工することが出来ますが、慣れていないと、接栓が挿入する際に網線が押され
て中に入っていってしまい、奥まで挿入できなかったり、接触不良になってしまったりします。
ほかにも半分くらい差し込んでから網線を切り落とす方法があります。
　次に、切り落とした網線の余分がリングや熱収縮チューブに隠れるように、リングと熱収縮
チューブを接栓に寄せて（⑨）、ペンチでリングを固定し（⑩）、ドライヤーで熱収縮チューブ
を収縮し（⑪）、芯線の先端の長さをニッパーで切断して整えます（⑫）。芯線の長さは接栓
の端に合わせるか、ほんの少し長めにしておきます。また、5Cケーブルのように芯線が太い
場合は、芯線の先端を斜めにカットしておいた方が、機器へ接続しやすくなります。
　製作後に、テスターでF型接栓のネジ部を支えるシェル部が芯線とショートしていないか
どうかを確認します。また、シェルとアンテナケーブルの反対側の網線が接触不良になって
いないかどうかも確認します。両側を加工した場合は、両方のシェルの導通を確認します。

　なお、F型接栓をテレビなどの機器に接続する際に、スパナなどの工具を使用すると、機
器側が破損してしまう場合があります。通常は、軽く回しても外れない程度に、手で回して締
めるのが良いでしょう。工具を使用する場合は、締め付けトルクの設定が出来る工具を用い
て、2N・m で締め付けます。
　F型接栓は写真 4-6 のように、中継コネクタを使うことで、ケーブル同士を接続することが
出来ます。

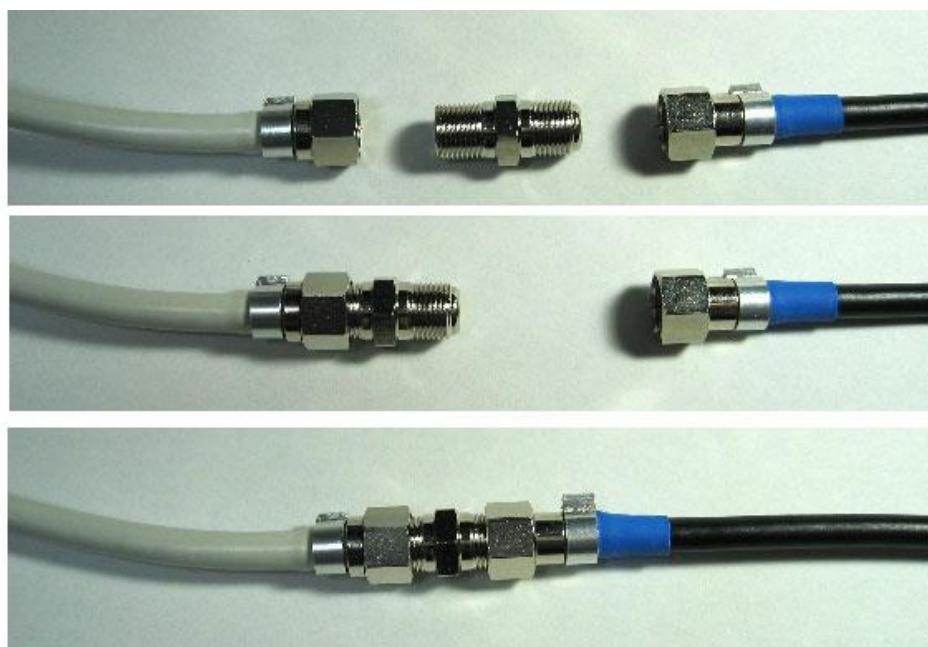



写真 4-6 中継コネクタによるケーブル同士の接続

写真 4-7 F 型接栓の加工手順

以上の説明の通り、F型接栓の加工には、若干の手間がかかります。より加工が容易なコネクタの一例にワンタッチ式テレビプラグがあります。しかし、ワンタッチ式テレビプラグはBS・CS-IF のような高い周波数で用いるのは好ましくありません。

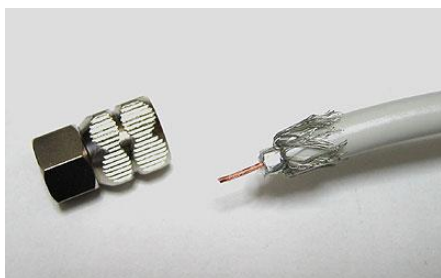
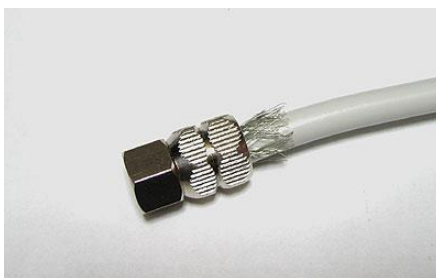
衛星放送用ケーブルの接栓加工の手間を省く場合は、アルミリングが不要で接栓の付け替えが可能な「かんたんF型コネクタ」が便利です。アンテナケーブル端の外皮および網線を処理して、そこにコネクタをねじ込むだけで加工できます。強度に不安を感じるかもしれませんが、S-4C-FB を使用した場合は通常どおりに使って問題なさそうです。ただし、構造上、溶着テープを巻いたとしても外部導体が錆びてしまうので、屋外では使用することが出来ません。

写真 **4-8** 加工が容易な「かんたん**F**型コネクタ」

①準備する部品

②被服に切り込みを入れる

③被服を剥ぐ

④網線を折り返す

⑤内部絶縁を剥く

⑥コネクタに差し込む

⑦ねじ込むだけで接続できる

⑧中心線を整える

写真 **4-9** 加工が容易な「かんたん**F**型コネクタ」の加工手順

参考文献

・きれいに地デジを映す本（CQ 出版社）
・地デジ TV 用プリアンプの実験（CQ 出版社）
・デジタル放送用受信装置 標準規格 ARIB STD-B21 5.0 版（電波産業会）
・デジタル放送用受信装置 標準規格 ARIB STD-B44 1.0 版（電波産業会）
・http://www.b-sat.co.jp/jigyouannai/uplinkcenter.html (株式会社放送衛星システム)

あとがき

衛星デジタル放送は、2003年に放送が開始された地上デジタル放送よりも古く、2000年に放送が開始されました。放送開始当初のテレビは36インチで40万円以上、レコーダも30万円程度、受信するだけのチューナでさえ10万円ほどしていました。しかも、試験放送が始まっても生産が追い付かずに機器の品薄状態が続き、本当に2000年に視聴できた人は少なかったことでしょう。

幸いボクは試験放送中に機材が揃い、これまで店頭でしか見たことが無かったハイビジョン放送を我が家で視聴することが出来ました。従来の(アナログ)のBSアンテナやアンテナ部品ではCSデジタルを受信することが出来なかったものの、対応アンテナやアンテナ部品に買い換えで対応しました。部品も揃っていたので、たいした苦労も無く、安定した受信が行えるようになりました。

ところが、2003年に始まった地上デジタル放送は多くの問題がありました。衛星デジタル放送の時とは大差があり、試験放送開始時点では機材が殆ど発売されておらず、地上デジタル放送波の出力も10Wと非常に低いものでした。とくにアンテナ部品が出揃っていない中、高出力のアナログ放送を抑制してデジタル放送を受信することが極めて難しいものでした。この10W出力の地上デジタルを受信するために受信用のアンテナ部品を調べたり、自作のアンテナ部品で問題対策したりし、ウェブサイトにまとめはじめると、似たような問題をかかえる多くの人と交流するようになりました。これが「ボクにもわかる地上デジタル」を築くきっかけとなり、また書籍「地デジTV用プリアンプの実験」の出版に繋がりました。

さて、世の中は地上デジタルの普及に並行して、BS・CSデジタル放送の受信機も普及してゆきます。これは多くの地上デジタル対応のテレビやレコーダ、チューナにBS・CSデジタルチューナが内蔵されていたからです。アンテナさえ繋げば受信できる衛星レディ状態となりました。そこで、折角、地上デジタル放送で得た放送受信に関する知識を今度は衛星デジタル放送の受信に役立てたい。そんな思いで2011年に本書を執筆しました。

その後、本書を世間にリリースする方法を模索しているうちにデジタルテレビに関する話題が徐々に減ってゆきました。また、ボクの興味もArduinoなどのマイコンを使った通信ソフトウェアの方に移り、「ZigBee/Wi-Fi/Bluetooth無線用Arduinoプログラム全集」の執筆に忙しくなりました。このようなさなか、2014年6月に東経128°124°CSデジタルによる4K解像度の試験放送「Channel 4K」が開始され、同年10月にはNTTぷららのインターネット映像配信サービス「ひかりTV」による4K映像のIP放送およびVODサービスが開始されるなど、再びデジタル放送の話題が増え始めます。

既に執筆から3年間の熟成期間を経ていますが、こういった新たな放送をいち早く受信しようとしてみたが、うまく受信できないといった問題が発生するに違いないと考え、出遅れ感は拭えないもののリリースすることを決めました。

2014年12月　国野　亘

著者のプロフィール

国野　亘　（くにの・わたる）
ボクにもわかる地上デジタル　管理人
http://www.geocities.jp/bokunimowakaru/

関西で生まれ育ち、言葉の異なる関東や欧米等の様々な地域で暮らしたが、デジタル放送開始以降は住み良い関西圏に生息し続けている哺乳類・サル目・ヒト科・ヒト属・関西人。地上デジタル放送開始以降、受信に関する問題解決方法を紹介する活動を行っている。

ご注意

アンテナ工事およびアンテナケーブル、アンテナ部品に関わる工事は、高所作業を伴うことや場合によっては資格が必要な電気工事を伴う場合があります。このような工事が必要な場合は、最寄りの電気工事店に依頼してください。

本書の掲載事項によって生じたいかなる損害についても、著作者は一切の責任を負いませんので、すべて自己責任にてご利用ください。

本書に掲載している製品名、放送局名などは、一般的にそれぞれの企業等の商標です。

履歴

2011 年　11 月　28 日	初稿完成
2012 年　8 月　15 日	BS デジタル放送への新参入事業者の追加(表 2-3)など
2014 年　12 月　15 日	初版リリース、まえがき、あとがき追加など

ボクにもわかる

衛星デジタル放送の受信方法

http://www.geocities.jp/bokunimowakaru/